

PROCESSING COPY  
Nodey M

# INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

## CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

CONFIDENTIAL

COUNTRY	Hungary	REPORT	
SUBJECT	<u>Review of the Technique of Warfare</u> <u>(Haditechnikai Szemle)</u>	DATE DISTR.	<b>20 AUG 1957</b>
		NO. PAGES	1
		REQUIREMENT NO.	RD
DATE OF INFO.		REFERENCES	50X1-HUM
PLACE & DATE ACQ.			50X1-HUM

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

August 1956 issue of  
Review of the Technique of Warfare (Haditechnikai Szemle), a monthly  
serial which has not been published since the revolution.

50X1-HUM

CONFIDENTIAL

50X1-HUM

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI	X	AEC				
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)														

# INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

Batch # 8-23-18





ELSŐ ÉVFOLYAM

1

SZÁM · 1956 · AUGUSZTUS



A Magyar Néphadsereg tudomány-és technikai folyóirata

Szerkesztő a szerkesztőbizottság

Főszerkesztő:  
**SÁRDY TIBOR**  
mérnök-esztergályos  
Felelős szerkesztő:  
**NAGY ISTVÁN GYÖRGY**  
okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe:  
Budapest 114. Postafiók 26.

Kiadja a Katonai Kiadó  
Budapest, VII. Széchenyi út 2.

Megjelenik kéthavonként  
Előfizetési ára egy évre 30 Ft

2015/2 — Vörösi Csingis Nyomda,  
Budapest.  
Felelős: Poroszkás L.

# TARTALOMJEGYZÉK

Bata István vezds., honvédelmi miniszter: A Haditechnikai Szemle megindulásához	1
Olvasóinkhoz	2
Petrík Olivér mérnök-szds., egyet. adjunktus: Fegyverszerkezetek ütközési idejének számítása (I.)	3
Kalmár István mérnök-szds., egyet. adjunktus: Lükettő sugárhajlások	7
Kovács Zoltán mérnök-szds.: Az előternyomozás elméleti vizsgálata	19
Bokor András mérnök-szds.: Úszó hidak fejlődése és a további fejlődés távlatai	26
Zámori Zoltán mérnök-fldgy.: Dekadikus számítások és alkalmazásuk	30
Német Mihály mérnök-szds.: Vízszintes dipolantennával és függőleges antennával létesített összeköttetések	38
Lajkó László mérnök-szds.: A távbeszélő kisközpontok fejlődése	41
Ungár András mérnök-szds.: Felderítő léggömbök műszaki be rendezései	51
Antal Antal Ottó mérnök-szds.: Az infravörös sugárzás és katonai alkalmazásai	58
Paldyus Tivadar okl. vegyészmérnök: Radioaktív sugárzás közvetlen átalakítása villamos árammá felvezetők segítségével	68
<b>Új eredmények</b>	
Kincse Kálmán kutatómérnök: Hazai előállítású televíziós kép-felvevő-cső	74
<b>Technika és gazdaság</b>	
Dömös Rózsa öngy.: A technika fejlődése a Szovjetunió hatodik öt éves tervében	75
<b>A baráti hadseregek sajtójából</b>	
Zajcev, D. szds., a műsz. tud. kandidátusa: A víz sugármentesítése	78
<b>Néphadseregünk technikai életéből</b>	
Jász Árpád mérnök-szds.: Műanyagkiállítás	84
<b>Újítás — ésszerűsítés</b>	
Skovín-motorok hűtési rendszerének átalakítása	85
<b>Xénon- és folyóiratszemia</b>	



Tájékoztató a

## HADITECHNIKAI SZEMLE megrendeléséről

A Haditechnikai Szemlét a honvédség tagjai és polgári alkalmazottai alakulatuk sajtófelelőse útján rendelhetik meg.

A folyó kiképzési év végéig a sajtófelelősök olyan nyomtatványokat használnak, amelyeken még nincsen rovat a Haditechnikai Szemle előfizetésére. A jövőben forgalomba kerülő nyomtatványokon már a Haditechnikai Szemle is szerepelni fog.

Addig is a Katonai Szemle I-es rovatát kell az „Előfizetési ív”, „Elosztó” és a „Térítéses sajtóigénylés” űrlapokat felhasználni és az oda beírt 8 Ft összeget 5 Ft-ra módosítani.

Az 5 Ft összeget a pénzügyi szolgálat kéthavonként vonja le az előfizetőtől és ennek alapján a sajtófelelősök a folyóiratot az októberi, majd a decemberi igénylésbe vegyék fel. A Haditechnikai Szemle 1. száma térítésmentes.

KATONAI KIADO

Feladás kiadta a Katonai Kiadó parancsnoka.

21319/3 — Vörös Csillag Nyomda, Budapest. Feladás: Poroska L.

## A Haditechnikai Szemle megindulásához

Az új haditechnikai folyóirat megindítása jelentős lépés katonai és műszaki irodalmunk fejlődésében. A haditechnika szerepe a hadseregek életében, az utolsó évtizedek során hatalmas arányokban megnőtt. Ezzel együtt növekedett a hadmérnökök, haditechnikusok munkájának fontossága. Számunkra is igen fontos, hogy hadseregünk műszaki káderei szakmailag kiválóan képzettek legyenek és műszaki ismereteiket szakadatlanul tovább gyarapítsák.

E célkitűzés megvalósításában komoly feladat hárul néphadseregünk most meginduló tudományos-technikai folyóiratára, a Haditechnikai Szemlére, amelynek sokoldalú tájékoztatás révén hozzá kell járulnia műszaki kérdéseink szakmai fejlődéséhez és ezáltal a hadsereg megerősítéséhez.

A Haditechnikai Szemle tartson lépést a technika és a tudomány előrehaladásával, adjon helyet hadmérnökeink, haditechnikusaink kutatási és konstrukciós eredményeinek. Nyújtson segítséget a parancsnokok, csapatmérnökök és technikusok munkájához, haditechnikai felszerelésünk előírászerű, céltudatos és gazdaságos felhasználásához, állandó magas harcértéken való tartásához. Járuljon hozzá a többségükben fiatal műszaki káderek látókörének kiszélesítéséhez, alkotó készségének kibontakozásához.

A Haditechnikai Szemle akkor tudja beváltani a hozzá fűzött reményeket, ha sikerül az olvasók táborából egy olyan aktívot kialakítani, amely a folyóiratot összeköti a haditechnika alkalmazóival, felhasználóival: a néphadsereg egész személyi állományával.

A Haditechnikai Szemlét azzal bocsátom útjára, hogy váltsa valóra e felsorolt célkitűzéseket, erősítse hadseregünk műszaki szolgálatát.

Ehhez a munkához kívánok sok sikert.

Bata István  
védővezető,  
a Magyar Népköztársaság  
Honvédelmi Minisztere.





mozgásba kezd, az  $m$  tömeg pedig egyenletes mozgást végez:

$$m \dots \dots x = v \cdot t; \quad (11)$$

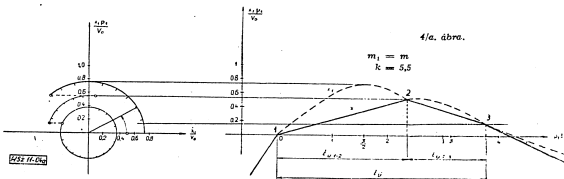
$$m_1 \dots \dots x_1 = \frac{v_1}{m_1} \sin p_1 t, \quad (12)$$

$$\text{ahol } p_1 = \sqrt{\frac{c_1}{m_1}}$$

A körülményektől függően az ütközés befejeződhet egy ütközés után, a gyakorlati esetek legnagyobb részében bizonyos  $t$  idő múltán az  $x = x_1$  helyzet áll elő. Ez időköz meghatáro-

nem következik be, akkor ütközési időnek a (13) egyenlet megoldásából nyert időértéket tekinthetjük. Ha néhány ütközés történik, akkor az első és utolsó ütközés között eltelt időt tekintjük a 2. eset szerinti elrendezésben ütközési időnek.

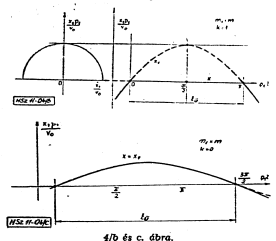
A 2. esethez megfelel a gázdugattyús lövedésgyűrték zár-zárvezető-helyzetelőrégi rendszer, munkájában a lövedék hátrahúzó tömeg-felhúzó-felhúzó-régi rendszer. Előállhat ennek megfelelő helyzetű rugalmas elemek terhelése esetén is. Noha ez a számítás a gyakorlati viszonyokat jobban megközelíti, mint az első, mégis magán viseli eredetének (a klasszikus ütközésszámításnak) minden hibáját és emellett a transzcendens egyenlet miatt a kezelése



zásához a következő transzcendens egyenletet kell megoldani:

$$v \cdot t = \frac{v_1}{p_1} \sin p_1 t \quad (13)$$

A  $t$  idő ismeretében könnyű szerrel meghatározhatjuk a (12) függvénykapcsolat deriválása után kapott sebesség összefüggéséből a következő ütközés előtti helyzetet, amelyből a második ütközést számoljuk. Ha több ütközés



is lehetséges. Ez utóbbi hibát grafo-analitikai módszer segítségével lehet kiküszöbölni.

Ez az eljárás, mint a neve is mutatja, párhuzamosan alkalmazza a számítást és a rajzolást. A fentiek szerint kihasználjuk az ütközési viszonyokat és a (11) és (12) összefüggéseknek megfelelő mozgás diagramját megrajzolva, a  $t$ -értéket grafikusán kapjuk. Ajánlatos a grafikus munka megkönnyítésére dimenzió nélküli koordinátákat használni.

A következők meghatározásában a következő gondolatmenet szolgál alapul. A szabad lengés egyenletét általában:

$$x_1 = A \sin(p_1 t + \varphi); \quad (14)$$

$$x_1 = A p_1 \cos(p_1 t + \varphi). \quad (15)$$

Az egyenleteket négyzetre emelve és összeadva kapjuk, hogy:

$$x_1^2 + \frac{x_1^2}{p_1^2} = A^2; \quad (16)$$

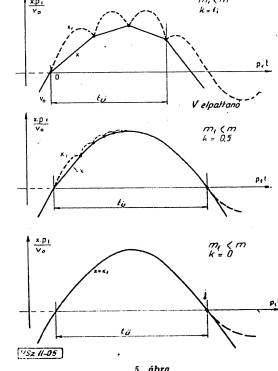
Ha tehát az  $\left(\frac{x_1}{p_1}\right)$  értéket mérjük az ordinátára és

$\left(\frac{x_1}{p_1}\right)$  értéket az abszcisszára, akkor  $(x_1; \frac{x_1}{p_1})$  görbék kört kapunk, és ennek segítségével az  $\left(\frac{x_1}{p_1}\right)$  és  $(p_1 t)$  koordinátarendszerben könnyen tudjuk a fenti

Az egyenletes mozgással külön dimenzió nélküli koordináták segítségével nem kell foglalkozni arra mindenképpen egyenesvonalú (lineáris) kapcsolatot kapunk, akár milyen (lineáris) koordinátákra transzformáljuk.

tebb leírt folyamatos ábrázolni. A 4. ábrán egy példát látunk ilyen grafoanalitikus számításra.

Az 5. ábrán néhány jellegzetes ütközési eset általános felvázát mutató jelleg-ábra van feltüntetve.



## KALMÁR ISTVÁN MERNOK-SZDS. EGYETEMI ADJUNKTUS Lüktető sugárhajtóművek

A lüktető sugárhajtóműveket légi eszközök hajtására csak a II. világháború óta használják, de őseiket a hőtechnikával foglalkozó mérnökök már régen ismerték. A hajtómű szerkezetiileg igen egyszerű, azonban ez korántsem jelenti munkafolyamata egyszerűségét, helyesebben, hogy a folyamatot elindítással könnyen lehetne követni. Ez is megmagyarázza talán, hogy majdnem fél évszázadnak kellett eltelnie, amíg az első jól működő sugárhajtómű alkalmazásra került. A kedvező üzemi tapasztalatok alapján

Az ütközés folyamán az egyik, pl. az ütőt, bizonyos impulzust kap (ez lehet negatív is, azaz impulzusvezetés). A klasszikus elmélet alapján az említett impulzus nagyságát ki tudjuk számítani, mert a sebességeket az elmélet megadja.

Igy az

$$m(v - v_0) = - \int_0^{t_0} P(t) dt \quad (17)$$

egyenlet baloldala ismert, azonban sem a  $t_0$  időt, sem a  $P(t)$  erő-ido függvényt nem ismerjük. Ezt a feladatot, s ezen belül az ütközési idő megállapítását a már említett további elméletek más-más úton oldják meg. Ezen megoldások ismeretével egy következő közleményben foglalkozunk.

**Összefoglaló:** Fegyverszerkezetek ütközési viszonyait első közelítésben egyszerű matematikai eszközökkel tárgyalhatjuk a klasszikus elmélet feltételezésével. Ilyenkor azonban mindig szigorúan figyelembe kell venni az elhanyagolások mértékét és a kapott eredményeket a lehetőség szerint kísérlettel ellenőrizni kell.

### Irodalom

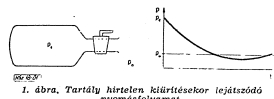
- [1] Geiger-Scheel: Handbuch der Physik. Bd. VI. Kap. 7, Berlin (1931).
- [2] Budó Ágoston: Mechanika, Budapest (1952).
- [3] Housheer: Osnova soopredelennia serozna parava na puznortu, v kommutirovanie, Moskva (1952).
- [4] De Saint Venant: Theorie der Elastizität fester Körper, Paris (1883).
- [5] Czarny: Lehrbuch der Ballistik. Bd. II, Berlin (1927).

ez időtől kezdve többen foglalkoztak a lüktető sugárhajtóművekkel. Bizonyos területeken az ilyen hajtóművek alkalmazása igen előnyös, ezért használatuk egyre inkább kezd elterjedni.

Mivel a szélesebb műszaki körök előtt ez a téma nem nagyon ismert, és a cikk a lüktető sugárhajtóművek (és a velük rokon tüzelőberendezések) működési elvét, fejlődését kívánja tárgyalni, összehasonlítva ezeket a hasonló területeken működő egyéb hajtóművekkel.

# 1. Lükettő égés és belsőégű erőgépekben

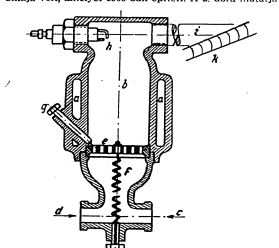
A lükettő égés alapfogalma tulajdonképpen Huyghensről származik, aki megállapította, hogy hirtelen kitért után egy tartályban léghány keletkezik. Ezt a folyamatot a műszaki irodalomban Kadenacy-effektusnak nevezik. A folyamatot az 1. ábra



1. ábra. Tartály hirtelen kitértékor lejátszódó nyomásfolyamat.

szerűlletti. A kiömlő cső csapját hirtelen kinyitva, a nyomás ugrásszerűen csökken, de a levegőoszlop tehetetlensége miatt nem csak a környezet nyomására hanem az alá is. Ezt a jelenséget hasznosítják valamennyi lükettő égési hajtóműben, illetve tüzelőberendezésekben.

A lükettő égésű tüzelőberendezések egyik első kiíveti formája Karavogin orosz mérnök robbanó turbinája volt, amelyet 1908-ban épített. A 2. ábra mutatja



2. ábra. a = hűtőköpeny; b = robbanókamra; c = benzinszűrő; d = levegő bevezetés; e = csapólevezet; f = rugó; g = állítható szelep; h = önjárat; i = fűtőcső; k = turbina.

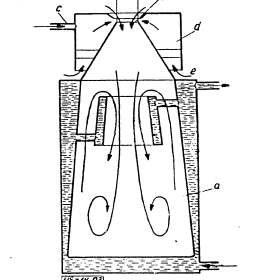
a turbinai tüzelőterét, amelynek működése a következő: a tüzelőterbe a keverék az e szelepen kerül szűrt be, majd a h gerya szűrástől meggyújtva közel állandó térfogaton ég. Az f fűtőcsővön (amelynek átmérője 16 mm, hossza 30 m) az égéstermék a k turbinára áramlik. A fűtőcsőben áramló gázok tehetetlensége következtében léghány keletkezik, ennek hatására a szelepek megrugóznak és frisse keverék áramlik be. A folyamatok így ismétlődnek egymás után.

Karavogin berendezésének tüzelőter-frekvenciája 38 Hz, turbinai teljesítménye 2 Lk, a fogyasztás pedig 5 kg/Lóra volt. A geryát csak az induláshoz kellett használni, hosszabb ideig után a falk áttűzötték és

a gyújtást elvették. Hasonló berendezést létesített 1908 körül Marconnet, de a hatások javítása céljából légróval látta el.

Nagy jelentőségű Holzwarth munkássága, aki 1908–1909-ben megépített és részletesen megvizsgálta egy robbanó turbinát. Ilyen robbanó turbinát később is építettek és használtak. A Holzwarth-turbinában a gázcserét folyamatosan szabályozták és az égés közel állandó térfogaton történt. Az égéshez szükséges levegő és gáz elcsúsztásáról azonban külön géppel kellett gondoskodni.

Hosszú ideig ezután nincs semmi nyoma sem annak, hogy a lükettő égési foglalkoztak volna, amíg Paul Schmidt szabadalma 1930-ban meg nem jelent. Schmidt szabadalma periódikus égéssel működő csőre vonatkozik.



3. ábra. a = tüzelőter; b = keverék bevezetés és gáz kilépés; c = porlasztó tüzelőanyag bevezetés; d = keverőkamra; e = levegő bevezetés.

zolt. Ez a hajtómű — amelyről későbbiekben részletesen szólnunk — volt tulajdonképpen az alap, amelynek továbbfejlesztése révén a különböző rezgéselepek sugárhajtóművek keletkeztek.

1938-ban kapott szabadalmát Svájcban F. H. Reppert egy periódikus égéssel működő kamrára (2. ábra) és a szerkezet minden eddigi hasonlóságait abban különbözteti, hogy a gázcserét folyamatosan mindenmennyiségű mechanikus szelep, illetve mozgó alkatrész nélkül veszt. A zárlatoknak „áramlástani szelep”-nek nevezhető dinamikus hatás helyettesíti. A szabadalom leírásában lévő ábra arra enged következtetni, hogy a szabadalmat nem közvetlen sugárhajtásra, hanem gáz-, olaj-, vagy egyéb tüzelőszó kazánok fűtésére kívánták alkalmazni. Működése a szelepektől eltekintve, elvileg teljesen hasonló az előzőekben említettekhez. További érdekesség, hogy a tüzelőanyag-levegő keverék nem a forró falak, hanem gyújtógyertya, hanem az égéstermék visszamaradt gázok gyújtják meg. Ezt maradványgyújtásnak nevezik. A tüzelőterben fellépő maximális túlnyomás 1,26 kg/cm<sup>2</sup>, a jelentéktelen léghány pedig 0,3 kg/cm<sup>2</sup>. Iradalmi adatok szerint a tüzelőter frekvenciája igen nagy határok között változatható.

A következő lépés a szelepnélküli lükettő sugárhajtómű kifejlesztése volt. Ilyen hajtóműveket létszerűen építettek a sugárhajtóművek fejlesztése során, amelyek egy vírtőlalag építéssel startolni tudtak. Ez a sugárhajtómű formailag nagymértékben különbözik Reppert megoldásától, mert már eredetileg is repülőgépjárművek készült. Ezt részletesebben a későbbiekben tárgyaljuk.

## 2. Rezgéselepek lükettő sugárhajtóművek

A Kadenacy-effektus közvetlen sugárhajtásra való alkalmazását Paul Schmidt előzőekben említett szabadalma alapozta meg. Bár a hajtómű szerkezetét a szabadalomból a tényleges kivitelig természetesen sokat változtattak, mégis ezt kell tekinteni az összes ilyen sugárhajtóművek elődjének.

A Schmidt-féle csőben közel állandó térfogaton történő égés valószínűleg meg. Effajta égés az egyik oldalán nyitott csőben csak úgy lehetséges, ha az égési sebesség igen nagy. Esetünkben ez a sebesség 500 m/sec nagyságrendű. Ilyen nagysebességű égés esetén már nem lehet szó hővezetés és örvénylés alapján bekövetkező gyújtásról. Schmidt szerint itt a gyújtást lökshullám idézi elő, amely a cső végétől érkező reflexió hullám.

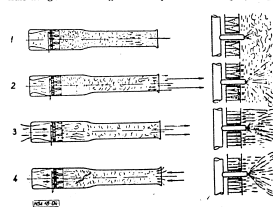
A gyújtást itt tehát hasonlít a „kopogó” Ottó-motorban végbeműködő égéshez. Az ilyenféle égés alkalmazni, mint tudjuk, könnyen bomló peroxidok képződnek, amelyek igen nagy gyorsasággal hasadnak tovább.

Schmidtnek még egy szabadalma volt ezeknél kapcsolatban, amely az ún. levegő-előretárolást írja le. Minden terjeszkedés után ugyanis a fűtőcső végén visszarámlik történi a cső belsejébe. A kiáramlás után az égéstermék felépő léghány tehát nemcsak a szívószelepeken, hanem a cső végén is beáramlik idez elő. Az így beáramlott levegő és gáz — egy dugattyúhoz hasonlóan — elősúrti a még meg nem gyújtott keveréket, majd a következő ütemben kilökődik a csőből. Az égés alkalmával felhasznált energia, amely kinetikai energia formájában hasznosul, most az így előretárolt nagyobb tömeghez van köve. Ezáltal a kilépő sebesség kisebb lesz, a propulziós hatások javul és a tolerál is növekszik.

Az első — SR-500 jelű — csövet Schmidt 1939-ban vetette próbapadi vizsgálat alá. A cső hossza 3,5 m, átmérője pedig 510 mm volt. A tüzelőanyag befecskendezése periódikusan történt. Ezzel a típussal nem érték el számottevő eredményt, a hajtómű szerkezetében nem is módosított. Csak a további tökéletesítések révén sikerült használható csövet építeni. A későbbiek folyamán elhagyták a nyomóhullámmal való gyújtást és a periódikus befecskendezést, sőt kopogással benzinnel kísérleteztek. A kifejlesztés a keveréklépcső eljárás és a szelepnélküli meggyújtás útján történt és 1941–42-ben széleskörű mérésekkel igazolták a haj-

tómű közepes (akkor még nagyon számító) repülési sebességekre való alkalmasságát.

A 4. ábra szemlélteti a rezgéselepek sugárhajtómű egy feljelt típusát a folyamatok dinamikáját. Az ábra első képe azt a periódust ábrázolja, amikor az égésterben lévő keverék már teljesen meggyulladt. A kép jobb oldalán láthatók a szelepek, valamint egy befecskendező fűtőcső. Ez utóbbi állandó, viszonylag kisnyomású áramlású és végegyedényben minden fázisban kis eltéréssel azonos tüzelőanyag mennyiséget szállít. A fűtőcsőnek az égési ter felé való benyúlását szabályozni lehet. A megnevezett nyomás miatt a szelepek beáramlik ugran, azonban a tüzelőanyag-fűtőcső áramlata. Az égés a szelepek felé is terjed, maga



4. ábra. Az Argus-Schmidt-cső működése. Jobboldalon a szelepek és befecskendező-fűtőcső működési fázisai.

előtt összesen a tüzelőanyagban itt már igen felcsúszott keverék. Ez a gázok keverék már nem ég el, mert a hátrahúzóban a nagyenergiájú párologtatás nagy lehatást okoz. Az így keletkező tüzelőanyag-hód tehát tulajdonképpen a szelepektől is vödi a nagy hőhatást. Az cső részekben az égési sebesség általában nem haladja meg a 100 m/sec-t. Az égés természetesen a fűtőcső felé is halad és nyomásemelkedést idéz elő. Ennek következtében a fűtőcső végében előretolódik a környezetbe nyomódik ki.

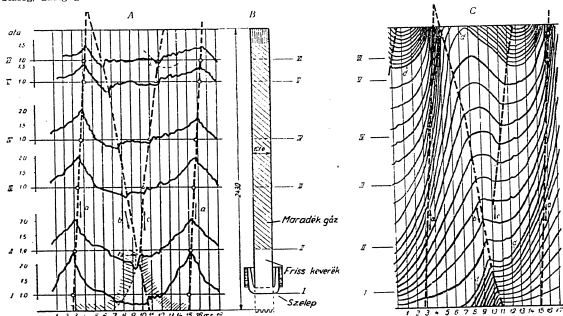
A 4. ábra második képén látható, hogy az égésterben keletkező lökés az előretolódást gát, amelynek sebessége ekkor már igen megnevezhető (a vaszagon kihúzott gyújtó a sebességrel relatív nagyságot szemlélteti). Az égési térben és a szelepnélküli nyomás emelkedni kezd, majd a szelepekre rákövetkező tüzelőanyag-kilépés kezd megjelenni a tüzelőteret. A tüzelőanyag-fűtőcső további tüzelőanyag juttatás be az égési térbe. A szelepek már kissé csúsznak, hogy a szelepek nyitását nemcsak a depresszió okozza, hanem azok pillanatnyi lengési állapota is, mivel a rugalmas szelepek önrezgészáma éppen megegyezik a hajtómű frekvenciájával.

Az ábra harmadik képe azt a fázist mutatja, amikor a fűtőcsővön való kiáramlás sebessége már kissé csökkent és ugyanakkor a szívószelepek teljesen nyitva vannak. A beáramló levegő szűrt be a tüzelőanyag-fűtőcső nagy energiájú befek hatja az égésterbe. A sebesség a szelepnélküli igen nagy és meghaladja az égési sebességet. Gyújtó ekkor még nem történik, éppen a nagy beáramlás sebesség miatt. Ebben a fázisban a szelepek a repülési sebességtől való dinamikus nyomás, ennek ellenére azonban ma meg kétes, különböző nagyobb sebességek esetében.

A negyedik képen a töltési folyamat még tart. A beáramlási sebesség ugyan már kisebb, mert az égéster-  
ben a depresszió csökken. A csővégnél az előbbi érte-  
zett nyomóhullám depresszió hullámként verődik  
vissza. Figyelemreméltó, hogy ennek következtében a  
fűvességre az áramlási irány megfordult. A csőben  
lévő gázzsűrűségi sebessége ellenkező irányúvá vált,  
majd energiáját az égésterben lévő tüzelőanyag-  
levegő keverék összenyomására fordítja. Ez az összes  
folyamatok közül talán a legérdekesebb, mert tulaj-  
donképpen a kompresszor helyettesíti.

Ameddig a szelepeknél nagy volt a beáramlási se-  
besség, addig a keverék nem tudott teljes egészében

laminált a gázzsűrűségi haladását a csőben. Meg-  
figyelhető, hogy az égést követően egy túlnyo-  
máshullám halad a fűvessé irányába, majd a  
kilépő keresztmetszettel mint depresszió hullá-  
m verődik vissza. A túlnyomás-hullámot se-  
bességcsökkenés követi. Ekkor a gázzsűrűségi  
áramlási sebessége egyre növekszik, — mint az  
5. ábra C képen látható — mindaddig, míg a  
részecskéket a visszaverődő depressziós hullám  
le nem fékezi és ellenkező irányú áramlásra nem  
kényszeríti. Jól látható, hogy a részecskék sebes-



5. ábra. A = nyomás-idő görbék a cső különböző helyein; B = Schmidt-féle cső; C = gázzsűrűségi pályák a csőben.

megővülni, csak a csőoldali részek dőlték el, amelyo-  
nek a keverék következtében kisebb sebességgel volt.  
Azonban minél a beáramlási sebesség az égési se-  
besség alá esett, a keverék teljes egészében égni  
kezd. Ez tulajdonképpen a fő grúttal, amely  
után az égési ciklus újra kezdődik.

Átvevők, hogy az előbbiek szerinti üzem folyama-  
tosan fenntartható legyen, a szelepeket, a porlasztó  
képzőket és berendezéseket, valamint a keveré-  
képző egyéb szerkezeteket megfelelően össze kell hangolni.  
A tüzelőanyag-fűvessé helye és erőssége képzője sze-  
rint „kemény” és „lágy” üzemet lehet elérni. Ha a  
fűvessé közel van a szelepek fűvesséjéhez, akkor  
fűvessé közel van a szelepek fűvesséjéhez, akkor a fűvessé  
és a szelepek általános egy központi képződik, amely  
az erős nyomásnövekedést feltételezi.

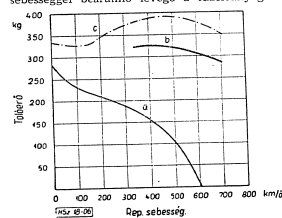
A sugárhajtóműben lejáró folyamatokat  
p-t (nyomás-idő) diagrammokkal mutatják. Az 5.  
ábrán láthatjuk Schmidt sugárhajtóműnek külön-  
böző helyein felvett nyomásdiagrammokat, va-

sége a nyomáshullám hatására mennyire megnő,  
ugyanakkor jól kivethető a cső végén beáramló  
és az előző ciklus égéstermékével keveredő  
külső levegő, mely a következő periódusban  
ismét kitöltődve növeli a töltést.

A szelepek töltési sugárhajtóműveket a második  
világháborúban használtak először a szárnyasbombák  
hajtására. A német V-4 bomba hajtóműveinek az Argus  
AS-014 csőnek mésszáki adatai a következők:

teljes hossz:	3500 mm
külső átmérő:	575 mm
égéster:	550 mm
kilépési átmérő:	400 mm
összes súly:	135 kg
sztatikus töltés:	3 kg/kg töltőerő óra
hajtás fogyasztás (statikus):	0,42 kg/kg töltőerő
töltőerő:	329 kg

Repülés közben a cső működése annyiban  
módosul, hogy a dinamikus nyomás miatt na-  
gyobb erő hat a szelepekre; ez a körülmény  
azok viszonylag korábbi nyitására és későbbi  
zárása vezet. Mivel a hajtómű tüzelőanyag-  
adagolása állandó nyomással — az üzemállapo-  
tól függetlenül történik, könnyen belátható,  
hogy a szelepeken hosszabb ideig és nagyobb  
sebességgel beáramló levegő a tüzelőanyagré-



6. ábra. a = egyszerű Schmidt-cső jellegű; b = AS-014 hajtómű jellegű; c = AS-014 hajtómű körüli jellegű.

szelepeket jobban beviszi a cső belsejébe és a  
tüzelőanyag egy része elégetlenül távozik. A  
keverék tüzelőanyagban igen felhúll, az égési  
sebesség csökken és a nyomásnövekedés kisebb  
lesz. Emiatt a töltőerő csökken, ezáltal pedig  
a fűvessé fogyasztás nagy mértékben megnő.  
Ha a tüzelőerő már nagy repülési sebessé-  
gekhez van kialakítva, akkor elérhető, hogy a  
töltőerő maximuma nem sztatikus állapotban  
van, hanem a körülmények nagyobb repülési se-  
besség körül. A szokásos kivétel esetében a  
maximumot természetesen így sem lehet a se-  
besség tetemes növekedése után elérni, mert  
ezt több tényező korlátozza (maximális nyo-  
másnövekedés, égési sebesség stb.). Ezt igazolja  
a 6. ábrán lévő jellegű is. A legnagyobb  
töltőerő 500 km/h repülési sebességen van,  
ezután a sebesség növekedésével a töltőerő méri  
csökken.

Az Argus AS-014 típusú lükettő sugárhajtómű  
700 km/h = 194 m/sec sebességen 350 kg töltőerő  
ad 4 kg/kg töltőerő óra fűvessé fogyasztással.  
Ez tehát:

$$N_p = \frac{P_v \cdot v}{75} = \frac{350 \cdot 194}{75} = 910 \text{ LE}$$

töltőerőnövekedés fel meg. E teljesítményhez a hajtómű  
óránként  $B = 4 \cdot 350 = 1400$  kg tüzelőanyagot használt  
fel,  $H = 10\,000$  kcal/kg tültőerő tüzelőanyagot fel-  
töltésére az összehatások

$$\eta = \frac{632 \cdot N_p}{B \cdot H} = \frac{632 \cdot 910}{14 \cdot 10^7} = 0,011 \approx 1\%$$

Az Argus-csőek további laboratóriumi fejlesztése  
szórán sikerült kedvezőbb fogyasztást: 2,7 kg/kg töltő-  
erő óra, valamint nagyobb töltőerő: 420 kg/kg töltő-  
erő óra, azonban szükség volt a cső hosszának megnövelésére is.

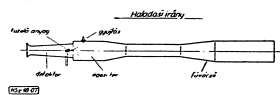
Ez a hatások persze igen kicsi, de figyelembe kell  
venni, hogy itt végsővéleményben egy újszerű álló  
hajtóműről van szó, amelynek az elállításai költségei  
tekintetben behatárolhatók előrelátás alapján egy  
számbat tüzelőanyagot, vagy egy repülőmotorral  
szemben.

### 3. Szelepek nélküli vagy áramlási szelepek lükettő sugárhajtóművek.

Az ilyen hajtóművek története nem nyúlik  
vissza olyan messzire, mint a szelepesek. Sze-  
lepek nélküli lükettő sugárhajtóművet 1944 előtt  
nem építettek, bár az irodalom utal arra, hogy  
repülőgépmotorok kipufogó gázai energiáját  
sugárhajtásra való hasznosítását kutatták,  
olyan szerkezeteket hoztak létre, amelyek né-  
mielleg hasonlítanak a lükettő sugárhajtóművek-  
hez. Ezek azonban nem voltak célravezően  
szervezett hajtóművek és működésüket ma-  
guk a szerkesztők is „csodálatos”-nak tartot-  
ták.

Az első szelepek nélküli lükettő sugárhajtóművet, amely-  
ben a mechanikus szelepeket dinamikus hatás helyet-  
tesíti és amelynek semmiféle mozg. alkatrésze nem  
volt, francia mérnökök fejlesztették ki. A hajtómű ere-  
dete 1943-ra nyúlik vissza; az első próbarepülést 1950-  
ben véggezték vele. Hosszúságát tekintve az 5. ábra  
mutatja. Szerkezete — ha ugyan lehet egyáltalán ilyen-  
míttől egy különleges cső csőben beállni — nagyon  
egyszerű, működési elve igen érdekes, viszont a benne  
lejáró dinamikus, termodinamikai és egyéb fo-  
lyamatok elmondhatatlanul nehézkes követelmények.

A szelepek nélküli hajtóművek lényegében  
ugyanúgy működnek, mint a szelepesek. A két-  
féleképp hajtómű keverékképzés terén kisebb mé-  
rtékben, a beviselési folyamatot illetően pedig  
lényegesen eltér egymástól. A viszonyok köny-  
nyebb megértése céljából érdemes az áramlási  
tan szelepek, az ún. „detektorok” kifejezést  
széles körben három fő fázist tanulmányozni.



7. ábra. Szelep nélküli lükettő sugárhajtómű.

A detektorokat stacioner áramlásban vizsgál-  
ták először aszerint, hogy egyik irányban men-  
nyivel több levegőt engednek át, mint a má-  
sikban. A két mennyiség viszonya az ún. át-  
egredési tényező. Minél nagyobb az átengedési  
tényező, annál jobb a szelep, mert annál na-  
gyobb ellenállást jelent a visszafelé áramló le-  
vegő, ill. gáz számára.

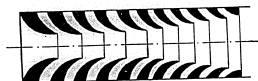
Az első vizsgált szelep az ún. **örvény detektor**  
(8. ábra), a másik pedig az ún. **töltőerő detek-**

tor volt (9. ábra). Az átengedési tényező értékeül stacioner áramlásra az első esetben 5, a második esetben 4 adódott ugyan, azonban üzemben mégis a második detektor bizonyult jobb-



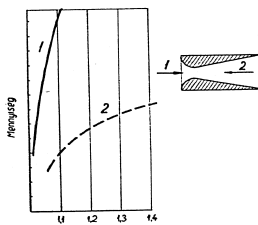
8. ábra. Örengy detektor.

nak. Ennek magyarázata a dinamikus viszonyokban keresendő és azt mutatja, hogy ilyen nem stacioner esetben a megszokott áramlási szerkezetek megféle tulajdonságokat mutat-



9. ábra. Tölcsérlánc detektor.

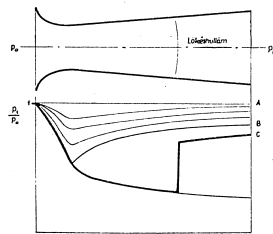
nak. A tölsérlánc detektor esetében a jobb szelephatást a hosszabb levegőoszlop tehetetlensége eredményezi, mely a negatív irányú áramlással szemben számottevő ellenállást fejt ki.



10. ábra. Venturi-cső átengedőképessége a nyomáscsúszó függvényében kétféle áramlási irányban.

Ilyen tapasztalatok alapján építették meg az ún. simacsőű detektort, mely végeredményben egy különlegesen kialakított, összetett Venturi-cső. A közönséges Venturi-csővet is lehet áramlási szeleppé alakítani, mivel a kétféle áramlási irányban átengedőképessége különbözik. A 10. ábra egy Venturi-cső detektor átengedőképességét a beszívás és kifújás irányában mutatja a nyomásvázsony függvényében. Leolvasható, hogy az átengedési tényező 3,5-4 körül van.

A Venturi-cső egyszerűségéről fogva is eszményi detektor lehetne, ha szíveket a fellépő nyomásvázsony a 11. ábra ordinátáján az A-B szakasz valamely pontjának megfelelő volna.



11. ábra. A Venturi-cső mint detektor.

A valóságban az égéster depressziója eléggé nagy, ennek megfelelően a nyomásvázsony a B-C pontok közé esik. Ekkor már Laval-csőről kell beszélnünk és tudvalevő, hogy ilyenkor a torok utáni hangsebesség feletti áramlást egy merőleges lökeshullám mintegy lefékezi, majd ezután a sebesség hang alatti értéket, a nyomás, a hőmérséklet és az entropia pedig növekszik.

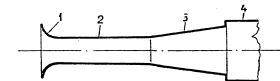
A lökeshullám fellépésekor az égésteri depresszió révén rendelkezésre álló expanszió munka egy része meg nem fordítható módon hővé alakul, vagyis elvesz az égésterbe bejutó keverék előkomprimálása számára. Ez az előkomprimálás pedig igen értékes, mert ezáltal növekszik egyrészt a hasznos munka, másrészt a termikus hatások is. Meg kell még említeni, hogy a nyomásvázsony a szívás folyamán természetesen megváltozik és pedig A-tól a C (minimális) értékig; ekkorban a detektor mint Venturi-cső, majd mint Laval-cső működik és a lökeshullám helye is változik.

Kihasználva a periódikus működés adta lehetőségeket, az előzőekben említett simacsőű detektor lehetővé teszi, hogy a szívás folyamán benne ne lépjen fel lökeshullám és így a beelőző levegő kinetikai energiáját teljes mértékben az égési tér feltöltésére használhatjuk fel. Ezt úgy érhetjük el, hogy a torok után egy viszonylag hosszú és hengeres, ill. igen enyhén ígáló csőszakaszt iktatunk közbe. (12. ábra.) Stacioner áramlás esetén a (3) szakaszban hangsebesség fölé kerülünk, instacioner esetben azonban a (2) csőszakaszban lévő levegőnek zérus sebességről kell felgyorsulnia. Ha elegendő nagy tömege van — vagyis ha a (2) csőszakasz megfelelő hosszú, akkor nincs ideje a  $\frac{1}{2} \rho v^2$  fölé gyorsulni, mert közben a (4) égésterben a depresszió meggyengül.

Ilyenkor nem lép fel lökeshullám, tehát nincsen energiavesztés sem (ha a sűrűsödést nem tekintjük). Lehetővé válik tehát, hogy az egész expanszió munkát a megfelelő légmennyiség kinetikai energiája formájában az égéster feltöltésére használjuk. A (2) szakaszban a kinetikai energia bizonyos fókig tárolódik és éppen az égés kezdete előtt alakul át kompresszió munkává. A sebességnek a kritikus értéket tartása a beszívott levegő mennyiségét illetően nem közös, mert ezt a torokban fellépő hangsebesség úgyis korlátozza.

Az égést követő kifele áramlás során a (2) csőszakaszban szintén kedvező szelephatása van. A kifele áramló forró gázok ugyanis ezen a szakaszon a nagyobb sűrűségű hideg levegővel ütköznek össze.

A munkatartomány részletei a 13. ábrából tűnnek ki. Itt is jól látható a hasonlóság a rezgő szelepes hajtóműhöz (5. ábra), megfigyelhető továbbá a detektoron előre történő kiáramlás is. Ez természetesen tolerálhatóságot jelentene.

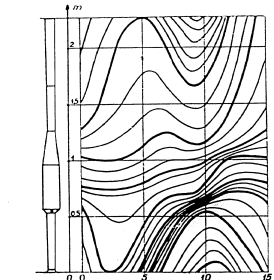


12. ábra. Simacsőű detektor.

de egy visszafordító csővel ezt is hasznosítani lehet. Az újabb konstrukció ezt a hátrányt elvileg is kiküszöböli; erre még a későbbiekben visszatérünk.

A gázdinamikai szeleppel működő lökettő sugárhajtóművekben a szelep jellege miatt az égési csúcsnyomás kisebb, mint a rezgő szelepekben. A csúcsnyomás nagyságát leginkább talán az égési sebesség befolyásolja. Minél gyorsabb ugyanis az égés és ezzel együtt a nyomásnövekedés, a dinamikus szelep annál jobban zár.

Az égési sebesség azonban a szokásos tüzelőanyagok esetében nem növelhető kielégítő módon, ezért a szelepnélküli hajtóművek rosszabb hatásfoka volna várható. Az irodalomban található fogyasztási adatok azonban ennek éppen az ellenkezőjét bizonyítják. A rezgő szelepek



13. ábra. A gázrészecskék útja szelepnélküli lökettő sugárhajtóműben.

hajtómű nagyobb fajlagos fogyasztása végeredményben annak tulajdonítható, hogy a szelepnélküli hajtóművekben a szükséges levegő a detektorból beáramlik, akkor a forró falak és a maradék gázok a gyújtást létrehozzák.

Ugyanúgy, mint a szelepes hajtómű esetében, a porlasztás helye a hajtóműben leszó elési nagymértékben befolyásolja. A tüzelőanyag befecskendezési nyomása igen kicsi (0,3-1 kg/cm<sup>2</sup> túlnyomás) és így viszonylag egyszerű tüzelőanyag-rendszerrel tesz szükségessé. A mennyiség szabályozása által a tolerált ág határok közt lehet változtatni. A tüzelőanyag szállítása

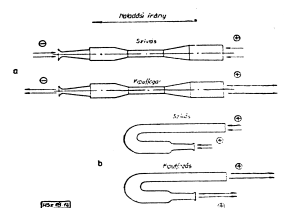
a tartályban uralkodó túlnyomás révén történik, ezáltal nincs szükség semmiféle forgó, külső energiát igénylő szerkezetre.

Az első szelvényekből lüktető sugárhajtóművet, az Escapette-ét vitorlázó repülőgépek segédhajtóműveként alkalmazták. A hajtómű főbb műszaki adatai a következők:

hossza:	2880 mm
dugós tér átmérője:	120 mm
kilépő átmérője:	157 mm
tolóerő:	10 kg
súly:	4,8 kg
fajlagos fogyasztás:	1,8 kg/kg tolóerő óra
tolóerősúly:	0,48 kg/kg tolóerő

A kísérleti repülések alkalmával a gépre 4. III. 6 ilyen hajtóművel szerelték, mert egy csú tolóereje meglehetősen kicsi. Az indítás úgy történt, hogy a tüzelőanyag befekendésével egyidejűleg meglehetősen gyorsan a tüzelőanyag nagy nyomású levegő tárolóját és egy szűrőegységet is működésbe hozták. Az első néhány robbanás után a gyújtást ki lehet kapcsolni és a továbbiakban a nagy nyomású levegő nem szükséges. A hajtómű repülés közben történő leállítás és újra indítása a gépvázhoz való egyszerű csatlakozást jelent.

Az előbb leírt szelvényekből hajtómű hátránya a szelvényekkel szemben, hogy a deklorál üzemeltetése miatt 10–20 százalékos tolóerő vesztesége van. E veszteséget az előre (a repülési irányban szemben) kilökött gázok impulzusa okozza.



14. ábra. Egyenes és görbített szelvényekből álló hajtómű. Az egyes szelvényekben felfüggesztett reaktorokat, a hajtóműre ható erők irányát bekezelő csatlakozások vannak jelölve.

Említenie méltó még, hogy az előlír beszírt levegő impulzusa is negatív tolóerőt eredményez; ennek hatása azonban kisebb. E hátrányok kiküszöbölésére újabb típus született, amely az előző típusú első 180°-os meghajlítással jött létre. (14. ábra.) Ennél mind a beszívás, mind a kipufogási folyamat pozitív tolóerőt szolgáltat, amelyet az ábrán látható kis bekarikázott előlekek kívánnak szemléltetni. A meghajlított csővé típus az előződjét jóval

korcszerűbb; ez a tény természetesen nemcsak a meghajlításnak, hanem számos egyéb kisebb tökéletesítésnek is köszönhető.

Az új típus Ecerevise néven ismeretes; műszaki adatai az alábbiak:

hossza:	2480 mm
súly:	10 kg
tolóerő:	30 kg
fajlagos fogyasztás:	1,33 kg/kg tolóerő óra
tolóerősúly:	0,33 kg/kg tolóerő

Az Ecerevise-nél egyéb adatokat még nem hoztak nyilvánosságra.

#### 4. Alkalmazási területek

Mint minden más esetben, a lüktető sugárhajtóművek alkalmazási területét is jellemző tulajdonságaik határozzák meg.

A lüktető sugárhajtóműveket főként az egyszerűség, a kis fajlagos súly, az olcsóság, a viszonylag kis teljesítmény, a meglehetősen jó hatásfok és a közepes repülési sebesség jellemzi.

A lüktető hajtóművek egyszerűsége vetekszik a torló sugárhajtóművek egyszerűségével, amennyiben a fő alkotó eleme csak valamely változó keresztmetszetű „kályha”.

Ezt megfelelő vékony lemezről készíthetik, a hajtómű súlyja kisebb addig, így tehát egyszerűsége mind ott is. A viszonylag kis teljesítmény és a meglehetősen jó hatásfokot a korszerű gázturbinás sugárhajtóművekhez hasonlítva kell érteni.

A lüktető sugárhajtóműveket először szárnyasbombák hajtására alkalmazták. A V–1 bomba egyszerű szerkezete, könnyű gyárthatósága és olcsósága viszonylag nagy tömegben történő bevetésre adott lehetőséget. Igen nagy hátránya volt azonban kis sebessége (700 km/óra) és ennek következtében irányítást könnyű szerrel lehetett leküzdeni. Sebességi korlátját éppen a rezgőselepek hajtómű jelentette, amelynek tolóereje a nagyobb sebességek esetében rohamosan csökkent. (6. ábra.)

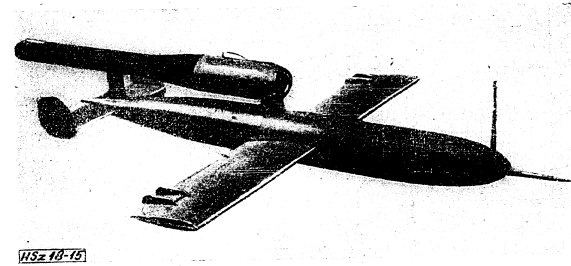
A hajtóművet nem sikerült úgy tökéletesíteni, hogy nagyobb sebességekre is megfeleljen. Ezért a továbbiakban a szárnyasbombák hajtására egyre inkább rakétákat kezdtek alkalmazni.

Jelenleg csak az iródom [8] tud lüktető sugárhajtóművel hajtott szárnyasbombákról: ezerszint állítógáz ma is van ilyen rendszerű fegyver, amelynek sebessége 1200 km/óra, 4 (mna robbanóanyag terheléssel. Ez arra enged következtetni, hogy a rossz sebességi jellegéből meg lehet javítani — ilyen utalással egyébként máshol [9] is találkozunk.

Jelenleg a lüktető sugárhajtóműveket leginkább a légvédelmi tüzérség célpontjaitól való távolításra alkalmazzák. Ezeket a gépeket a földről irányítják és feladatuk végrehajtása után nem semmisültek meg — vissza is tudnak

térni a repülőterre. Ezek hajtására célszerű olyan hajtóművet alkalmazni, amely igen olcsó, de emellett a szükséges sebesség eléréséhez elegendő tolóerőt szolgáltat. A használatos repülőgépek sebessége 400–550 km/óra, mintegy 4000 m magasságban; a repülési időtartam pedig 45–75 perc. A hajtóművek rezgőselepek kivételével, 80–150 kg tolóerővel. Egy jellemző kivétel a 15. ábrán láthatunk. Feltehető, hogy hasonlóan a V–1-hez, a hajtómű a gép törzse felett van elhelyezve. Ez a csú hűtése és a törzsben elhelyezett automatikus

tud startolni és a kívánt magasságba emelkedni, ahol a hajtóművet kikapcsolva már zavartalanul vitorlázhat. Vitorlázórepülő iskola részére különösen kedvező a segédhajtómű alkalmazása, mert segítségével növelni lehet a startok számát. További előnyt jelent, hogy a segédhajtóművel felszerelt gépek rendszeresen visszatérhetnek repülőterükre, mivel a hajtóművel repülés közben is bármikor meg lehet indítani. Ily módon a repülőterén kívüli leszállás miatt felmerülő nagy szállítási költség és jelentős idővesztés megtagadható.



15. ábra. Az Arsenal 5301 célpontrepülőgépek rezgőselepek hajtóművel.

berendezések miatt van így. A hajtómű hossza 3,25 m, statikus tolóereje tengerszinten 150 kg, üzem frekvenciája pedig 45 Hz. Üzemanyaga közönséges benzín, amelyet a porlasztókba ártított levegővel nyomnak.

A lüktető sugárhajtóművekkel felszerelt célpontrepülőgépek eléri azokat a repülési teljesítményeket, amelyek a jelenlegi célpontrepülőgépeké, amellyel ezekhez képest még lényegesen olcsóbbak is. A lüktető sugárhajtómű már feljuttatási fókán is kétségtelenül közepes repülési sebességeken a célpontrepülőgépek ideális hajtóműve.

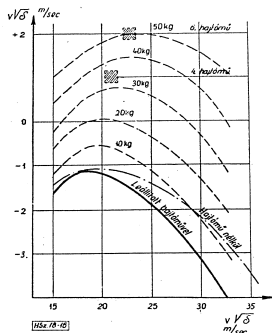
A vitorlázó gépek esetében a hajtóművek további igen érdekes felhasználási lehetőségével találkozunk: itt őket segédhajtóműként alkalmazzák. Nincs szükség ilyenkor csőrlő-berendezésre, vagy vontatásra: a gép saját erejéből

Az előzőekben már említett Escapette hajtóművekkel felszerelt vitorlázórepülőgépek az első kísérletek alkalmával is elég kedvező teljesítményeket nyújtott. A 16. ábrán közölt diagramból látható, hogy kikapcsolt hajtóművel a gép pályája számottevően mértékben nem romlott. Még jobb eredményeket lehet elérni, ha a hajtómű beállítását már a gép tervezése során figyelembe vesszük. A hajtómű rezgéseit egyszerű rugós felfüggesztés segítségével a géptörzshöz teljesen függetleníteni lehet, ezáltal a rezgések nem lehetnek káros hatások és nem rövidítik meg a gép élettartamát.

Helikopterek rotorának forgatására is alkalmazták a lüktető sugárhajtóműveket. Ilyenkor a hajtóművek a forgószárnyak végén vannak elhelyezve, tehát a gépre nem hat reakciónyomatok és így nincs szükség farok-lecsavarra. Ennek ellenére ezt a megoldást nem szívesen alkalmazzák, mert nagy hangereje



folytán a pilótát idegenkednek tőle. Egyébként ezt az alkalmazást az a körülmény is gátolja, hogy a szénnyelvények viszonylag nagy sebességgel a szelepes lüktető hajtóművek tolerálja jelentős mértékben romlik.



16. ábra. Az Esopette hajtóművelkel felvezetett Enouchelet vitorlázó gép jellegző görbéi. (A gép súlya hajtóművel és enélkül egyforma volt.)

Holokopterek részére készült a Saunders Roe szelepes hajtómű, amely rövidségével kitűnik a hasonló hajtóművek közül. Itt szükség is van a rövid konstrukción, hiszen egy forgószárny-végre nem lehet több méter hosszú hajtóművet alkalmazni. A Saunders Roe hossza 1,2 m és 7 kg súllyal tolerálja 20,3 kg.

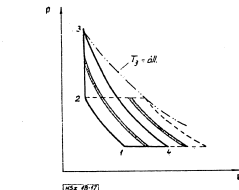
Feltétlenül meg kell említeni a lüktető sugárhajtóművek egy további alkalmazását: az a repülőmodellek vontatása. E felhasználás már csak azért is érdekes, mert ilyen hajtóművel tartják a sugárhajtású modellek sebességi vizsgálódását. A szerkezet egyszerűsége, kis fajlagos súlya és igénytelensége teszi a hajtóműveket erre a feladatra alkalmasnak.

Érdemes megemlíteni pl. a Letno MP 250 jelű cseh-slovak hajtóművet, amelyet minimális töderékisúlyával a legkisebb modellhajtóművek közé lehet sorolni. Főbb jellemzői:

teljes hossz:	500 mm
statikus tölerő:	1,8 kg
súly:	0,22 kg
frekvencia:	2900-3000 Hz
tölerőcsúsz:	0,122 kg/kg tölerőre.

A lüktető égés nemcsak sugárhajtóművekben, hanem belsőégésű gépekben és tüzelőberendezésekben is hasznosítható. Akár az egyik, akár a másik alkalmazásról van szó, végül mindigben a lüktető égést kísérő (vagy helyettesítő) instacioner nyomásfolyamatokat hasznosítjuk és ezek révén az égéstermék nyomását külső munka nélkül tudjuk megnövelni.

Ez a körülmény több kutatást arra késztetett, hogy megvizsgálják, lehet-e az állandó nyomású gázturbinát és a lüktető hajtóművet egyesíteni. Ez esetben lüktető tüzelőteret készítenek, amely önmagában véve hasonlít az előbbieken leírt sugárhajtóművek valamelyikéhez. A tüzelőteret azután kompresszor és gázturbinába közeleltetve végtermékben olyan munkafolyamat jön létre, amelyben (ideális esetben) a kompresszió



17. ábra. A lüktető sugárhajtóművek munkafolyamatának megfelelő ideális p-v diagramm (folytonos vonal) és az állandó nyomású gázturbiná diagramja (szaggatott vonal).

adiabatus, a hőközlés állandó térfogaton történik, az expanzió ismét adiabatikus és a hélium állandó nyomáson megy végbe. (A 17. ábrán berajzoltuk az állandó nyomású két adiabatus folyamatot is.) Az elemi Carnot körfolyamatok berajzolása után nyilvánvalóvá válik, hogy állandó térfogatu hőközléssel jó hatásfokot lehet elérni. Ez esetben — bár kisebb mértékben — a hasznos munka is megnövekszik. A tüzelőter nyomásviszonyának növelésével javul a hatásfok és a hasznos munka is nagyobb lesz.

Mint az előzőekben már említettük, F. H. Reynst lüktető tüzelőteret szerkesztett és szabadalmaztatott. Ez a tüzelőter szelepek nélkül működött. Szelepes tüzelőtereket is kifejlesztettek kazánok berendezéséhez; ezekkel főként a szénpor-tüzelésben értek el jó eredményeket.

A szelepes lüktető tüzelőberendezések már jól kifejlesztett típusai vannak: a kisméretű, nagyteljesítményű fűtőköszülékek. Ezek

különösen motorok előmelegítésére és járművek fűtésére alkalmasak. Egyéb fűtési eljárásokban a fűtési levegő vagy más közeg továbbítására külső energia is szükséges, amelyet pl. ventilátor segítségével lehet a berendezésbe táplálni. A lüktető tüzelőberendezésben a meleg égéstermék önmagukat továbbítja. Emellett jobban biztosítható a teljes tűzbiztonság és az állandó üzemképesség szélsőséges időjárási körülmények között is.

A lüktető gázaram sajátossága a meglepően jó hőátmenet a határoló falakra. Ez indokolja Reynst és Schmidt tüzelőterének nagy hőterheléseit (50-100 kcal/m<sup>2</sup> óra), továbbá a lüktető tüzelőberendezések igen jó tüzelési hatásfokát. A lüktető tüzelés a berendezés élettartama szempontjából is kedvező. A szokásos égőterekben a láng az égési térnek állandóan ugyanarra a részére irányul, a lüktetőben pedig — hasonlóan a motorhoz — az égéstermék kedvezőbb hőigénybevételét tudja a váltakozva beszívott hidegebb levegő által elérni. Egy megvalósított gépkocsi-fűtőberendezésben az égési tér hőterhelése mintegy 25-100 kcal/m<sup>2</sup> óra. Ezt a viszonylag nagy hőterhelést igen kis térfogatban, viszonylag olcsó szerkezettel és áramszükséglet nélkül lehet létrehozni. További előnyként kell megemlíteni, hogy a lüktető égés egyébként igen keletlen, erős hangját a fűtőberendezésekben megfelelően tompítani lehet, elterően a sugárhajtóművektől, ahol ez csak kis mértékben lehetséges.

## 5. Összehasonlítások

A lüktető sugárhajtóműveket az előbbieken felsorolt alkalmazási területek hajtóműveivel hasonlítjuk össze, különösen pedig a dugattyús motorokkal. Ez példák adatait mindjárt a két legfontosabb lehetőség esetére vesszük fel: a) vitorlázó repülőgép segédhajtóművel és b) célrepülőgép hajtóművel.

a) Legyen egy vizsgált vitorlázógép sebessége, melyen a hajtómű működik,  $v = 140$  km/óra  $= 38,9$  m/sec; a vitorlázó  $P_v = 50$  kg. Ekkor a hajtómű teljesítménye

$$N_h = \frac{P_v \cdot v}{75} = \frac{50 \cdot 38,9}{75} = 25,9 \text{ LE}$$

Az átszámítás alapján a fajlagos jellemzőket egy dugattyús motorral könnyen össze lehet hasonlítani. Az egyik legfontosabb jellemző a hajtómű teljesítménysúlya, amely a sugárhajtóművek esetében

$$\frac{G_{mot}}{P_v} = G_{mot}$$

légszavas hajtóműre pedig

$$\frac{G_{mot}}{N_v} = G_{mot}$$

Az összehasonlítás a hajtóművek súlyára a következő eredményt adja:

$$G_{hlm} = P_v \cdot G_{mot} = 50 \cdot 0,33 = 16,5 \text{ kg}$$

$$G_{mot} = N_v \cdot g_{mot} = 26 \cdot 0,8 = 20,8 \text{ kg} + \text{légcsavar (Ambrosini P-25)}$$

Ugyanakkora teljesítmény eléréséhez tehát jóval kisebb súllyal sugárhajtómű adódik, mint amekkora súlyú a dugattyús motor és a légcsavar. A fogyasztás azonban a motor javára kedvezőbb, mert fogyasztása együttes — egyhatalos — a sugárhajtóműé. Ha a tüzelőanyag és kenőanyag árat vesszük figyelembe, akkor a motor által fogyasztott tüzelőanyag egyhatalos — egyhatalos — részét teszi ki a sugárhajtómű üzemanyaga árának.

b) Az összehasonlítás ezek után egy nagyobb sebességű gépre, pl. egy célrepülőgépre tegyük meg, melynek sebessége  $v = 460$  km/óra  $= 128$  m/sec.  $P_v = 150$  kg;  $G = 81$  kg (Pulso-reactor Arsenal).

A teljesítmény:

$$N_v = \frac{150 \cdot 128}{75} = 256 \text{ LE}$$

A megfelelő motor súlya,  $G_{mot} = 0,85$ -ei számoltva:

$$G_{mot} = 256 \cdot 0,85 = 218 \text{ kg}$$

vagyis 2,7-szerese több, mint a sugárhajtóműé. A homlokfelület tekintetében hasonlóképpen a sugárhajtómű van előnyben, mert kb. fele akkora homlokfelülettel van. A fogyasztás aránya az előző példához hasonló mértékű. Nagyobb repülési sebességen a sugárhajtómű fajlagos jellemzői a motoréhoz képest egyre javulnak.

Az összehasonlítás igen lényeges része még a beszerzési ár. Itt konkrét adatok hiányában becslésre vagyunk utalva, mindenesetre nagyságrendileg azt mondhatjuk, hogy a motor ára a sugárhajtóműéhez képest kb. hússzoros, és az arány a teljesítménnyel nem változik lényegesen. Másrészt a motor élettartama kb. 2-4-szerese nagyobb, mint a sugárhajtóműé.

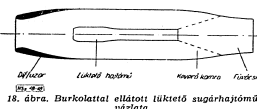
További eltérések az üzemeltetés során jelentkeznek. Itt szintén a sugárhajtóművek részére mutatkozik kedvezőbb kép. A lüktető sugárhajtóművek kezelése egyszerűbb, kevesebb szakértelmet kíván, különösen a szelepnélküli kivitel esetében. Javítása is jóval egyszerűbb, jóformán a repülőterén elvégezhető. Ezek végtermékben mind újabb előbbodást jelentenek.

Különösen a vitorlázógépek esetében fontos a levegőben való újrarendelés megoldása. Ez a feladat a sugárhajtóművel könnyen teljesíthető, motorral azonban csak különleges berendezések segítségével lehetséges.

A lüktető és gázturbinás sugárhajtóművek összehasonlítása nem ad reális eredményt, mert a gázturbinás sugárhajtómű éppen a legnagyobb

teljesítmények elérésére alkalmas, a lüktető hajtóművek pedig kis- és közepes teljesítményekhez valók. A lüktető hajtóművel egybevetve, a gázturbina fogyasztása jobb, tolóerő-súlya pedig nagyjából azonos. Az előállítás költsége természetesen a lüktető sugárhajtómű esetében kedvezőbbek. Az egyéb repülőgép-hajtóművekkel való összehasonlítás szintén nem reális.

Az egybevetés során feltétlenül figyelembe



18. ábra. Burkolattal ellátott lüktető sugárhajtómű vázlata.

kell venni a lüktető sugárhajtóművek fejlesztési lehetőségeit is.

- Ezek közül az alábbiak fontosak:
- A) hatások és tolóerő növelése;
  - B) sebességi jelleggörbe javítása;
  - C) élettartam növelése;
  - D) hangeszkéntetés.

A. A hatások és tolóerő növelésének már elméletileg elegendő jól megalapozott lehetőségei vannak. A kis, valamint a nagy sebességek esetében némileg eltér a növelés módja. Jelen esetben csak a nagyobb sebességű hajtóművek hatásfokának és tolóerőjének növelését célszerű vizsgálni, mert a várható javulás itt nagyobb mértékű.

A hajtóművet egy második levegő-áramkört biztosító köpenybe helyezve (18. ábra) a működési viszonyok álló helyzetben és repülés közben is számottevő mértékben megváltoznak. Ez végeredményben egy torló-sugárhajtóműhöz hasonló elrendezés, amelynek jó tulajdonságai leginkább a nagy repülési sebességeken érvényesülnek. Mint az előző fejezetekben láttuk, a szelepes hajtóművek tolóereje a nagy repülési sebességeken rohamosan csökken, fogyasztásuk pedig erősen megnő. Eppen ezért a burkolat (köpeny) hatása rendkívül nagy jelentőségű. Ez még akkor is így van, ha a burkolat csak a viszonyok rosszabbodását gátolja meg.

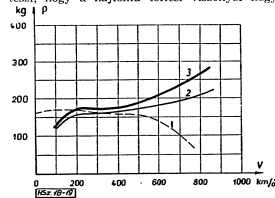
Ha egy lüktető sugárhajtómű adatait 200 km/óra repülési sebességen adottak vesszük és a hajtóművet a 18. ábra szerinti köpenyben helyezzük el, akkor számítás útján meg lehet határozni a viszonyokat 800 km/óra repülési sebességre. Egy adott hajtómű esetében 200%-kal nagyobb tolóerőt és a hatások 1,5%-ról mintegy 8%-ra való megnövekedését kapjuk eredményül. Ez utóbbi érték már meglehetősen megközelíti a gázturbinás sugárhajtóművek hatás-

fokát. A nagymértékű hatásfokjavulás következtében a repülőgép hatótávolsága jelentékeny módon megnőhet, vagy pedig a repülőerő csökkentése lehetséges.

Ha a hajtóművet köpenybe helyezzük, akkor nemcsak tolóereje, hanem ezzel egyidejűleg homlokfelülete és repülés közbeni ellenállása is megnő. Így tehát aránylag kisebb lesz a burkolat okozta tolóerőnövekedés. Ha a hajtóművet sikerül olyképpen elhelyezni (pl. a gép törzsében), hogy a homlokfelület növelése ne jelentessen ellenállástöbbletet, akkor viszonylag nagyobb tolóerőnövekedés jön létre, mert ekkor a megnövekedett tolóerőből csak a változatlan ellenállást kell levonni.

A köpeny áramköre hasznosítja a cső sugárhoz melegeit és egyben kedvező hűtési biztonságot, azonkívül a tűzveszélyességet is erősen csökkenti. Emiatt a hajtóművet most már nem kell feltétlenül a törzs fölött elhelyezni (15. ábra), hanem a gázturbinás hajtóművekhez hasonlóan a törzsbe is be lehet építeni.

B. A sebességi jelleggörbe javítására igen előszerű az előbbiek szerinti hajtómű-burkolat. A tolóerő és hatások növekedésekor is nagyobb jelentőségű, hogy a fokozott vonóerő még olyan repülési sebességeken is rendelkezésre áll, amelyek valamely egyszerű — köpeny nélküli — hajtómű működése kétséges volna. A köpeny hatása emeli meg a hajtómű alapnyomását, a hátulról visszarámolt előtároló levegő nyomása ugyanis nagyobb. Ez kiegészíti a szelepekre ható nagyobb dinamikus nyomást és lehetővé teszi, hogy a hajtómű töltési viszonyai nagy



19. ábra. Lüktető sugárhajtómű jelleggörbéje: 1 — köpeny nélküli; 2 — szabad köpeny; 3 — beépített köpenyvel.

repülési sebességeken is változatlanok maradjanak.

A köpenyvel felszerelt lüktető sugárhajtómű sebességi jelleggörbéjét a 19. ábra mutatja. A szaggatott görbe az eredeti hajtóműre vonatkozik, a (3) görbe pedig a köpeny saját ellenállását figyelmen kívül hagyja, más szóval úgy

vesszük, hogy a hajtómű a köpenyvel együtt pl. a törzsben helyezkedik el.

C. Szelepes hajtóművek esetében az élettartam növelését tulajdonképpen a szelep élettartamának növelése jelenti. Az élettartamot csak a legújabbban sikerült különleges acélanyagok alkalmazásával egyes hajtóművekben 50 óra vagy még többre emelni. (A *Pulse-reactor Arsenal* szelepeinek 8 óras élettartamával ellentétben a Navy—Research Laboratory *Pulse-jet*-jének szelepe 200 óras élettartamú. Ezt úgy érték el, hogy a szelepeket különleges rugalmas műanyagból készítették.)

A szelepnélküli hajtóművelmélet csak a cső élettartama jelenti a korlátot, a csöveket azonban a jó tolóerő elérésére igen vékony lemezekből készítik. Ezek igen kényesek a vasasági méret pontos, állandó értékére, valamint a hegesztési varratok minőségére. Az *Escapette* élettartama a jelenleg ismert adatok szerint 50 óra; az élettartam növelése jelentős mértékű lehet, ugyanakkor a tolóerő súly némileg rosszabbodik.

D. A lüktető sugárhajtóművek kellemetlen és erős hangjának tompítása csak egyes alkalmazási területeken fontos, így pl. a vitorlázó segédhajtómű, valamint helikopter hajtómű esetében. Az erős hangot a fűződő peremén kilépő nagy amplitudójú nyomáshullám okozza. A hang tompítása az előbbiekben említett hajtómű-köpeny is alkalmas. Látnuk tehát, hogy a köpeny nemcsak a hatások és a tolóerő, hanem a hajtómű működési szempontjából is kedvező. Ennek kísérleti bizonyítása még hátra van.

Egyébként az *Escapette* szerkesztői is a fejlesztési lehetőségeit mérlegelve, kedvező következtetésekre jutottak, mert véleményüket — kissé egyoldalúan — így közölték: „... a lüktető sugárhajtómű jövőbeli fejlődésének kilátásai rendkívül kedvezően állnak meg. Semmiféle más, szándékosan ismeretes hajtóműnek nincsenek ennél nagyobb lehetőségei.”

## 6. Összefoglalás

A lüktető sugárhajtóművek alkalmazása bizonyos területeken erősen indokolt. A kis sebességekre, mint vitorlázógép-segédhajtómű, nagyobb sebességekre, mint célrepülőgép hajtómű, sőt a sebességet megfelelően növelve, esetleg mint szárnyszerű hajtóműve is, kedvezően alkalmazható. A hajtómű jellemző köpeny alkalmazásával jelentős mértékben javíthatók. Egyszerű szerkezete, olcsósága és igénytelensége használatát nagyobb fogyasztása és hangosága ellenére is vonzóvá teszi.

## Irodalom

- [1] P. Schmidt, Z. VDI, 92, 393—399 (1950)
- [2] G. Dietrich, MTZ, 18, 139—147 (1954)
- [3] J. Bertin, Interavia, 8, 343—347 (1953)
- [4] F. H. Reynat, The Oil Engine, 18, 401—402 (1953)
- [5] F. H. Reynat, J. Inst. Fuel, 28, 63—68 (1955)
- [6] F. H. Reynat, Aeronautica, 22—4, 46—50 (1955)
- [7] F. H. Reynat, Energie, 6, 115—118, 399—399 (1954)
- [8] F. H. Reynat, Allg. Wärmetechnik 6—4 (1955)
- [9] H. Lembeck, Z. VDI, 94, 1008—1008 (1952)
- [10] F. Staab, Z. Flugwiss., 2, 129—141 (1954)
- [11] E. Singer, Ing. Archiv, 18, 310—322 (1950)
- [12] L. Huber, ATZ, 53, 208—213 (1951)
- [13] Jane's All the World's Aircraft, (1954—1955)

KOVÁTS ZOLTÁN  
MERNOK-SZDS.

## Az ejtőernyőmozgás elméleti vizsgálata

### 1. Bevezetés

Az ejtőernyőmozgás lényegében légellenállással fékezett szabadesés. A vizsgálatnak tehát ebből kell kiindulnia. Avégett, hogy a mozgást matematikai formában tudjuk kifejezni, a következőket tételezzük fel:

1. Teljes szélesség, vagyis a mozgó ejtőernyőre csupán két erő hat: a mozgó rendszer súlya,  $G$  és a rá ható légellenállás ereje,  $Z$ .
- II. Feltételezzük, hogy az ernyő a bontás pillanatában teljes felületével kibomlik. Ezzel a bontás bizonytalanságát küszöböljük ki.

III. A bontás pillanatában a rendszer süllyedési sebessége  $v_0$  („süllyedésnek” az ejtőernyővel való „esés”-t nevezzük). Vagyis  $t = 0$  helyen  $v = v_0$ .

### 2. Az ejtőernyőmozgás állandó súly rendszer esetén

Az előbbi három feltételhez tehát a vizsgálat esetében hozzájárul az, hogy a rendszer súlya a süllyedés ideje alatt nem változik,  $G = \text{const.}$

A vizsgálatot abban a pillanatban kezdjük, amikor az ejtőernyő kibomlik (1. ábra). Ekkor a rendszerre két erő hat:

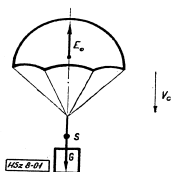
- a) A rendszer súlya:  $G$

b) a rendszer  $v_0$  sebességéből adódó légellenállás:

$$L_0 = c_r \frac{\delta}{2} F v_0^2,$$

ahol

$c_r$  a légellenállási tényező,  
 $\delta$  a levegő sűrűsége, ( $\approx 0,125 \text{ kgsec}^2/\text{m}^4$ )  
 $F$  az ejtőernyő hasznos felülete (keresztmetszeti felülete), ( $\text{m}^2$ ),  
 $v_0$  a rendszer kezdeti sebessége ( $\text{m/sec}$ ).  
 A két erő eredője  $P_{\text{th}} = E_0 - G$  lassító erő (ha  $E_0 > G$ ), vagy  $P_{\text{th}} = G - E_0$  gyorsító erő (ha  $E_0 < G$ ) lehet, esetleg  $E_0 = G$  esetén eredő-



1. ábra. Ejtőernyő a bontáskor.

jük zérus, ekkor a mozgás  $v_0$  sebességű egyenletes mozgás lesz. A másik két esetben változó mozgást kapunk. Mi csak a lassuló mozgást vizsgáljuk, mert a gyakorlatban inkább ez fordul elő, egyenleteink azonban előjelcserével a gyorsulóra is alkalmazhatók.

A továbbiakban tehát a lassuló mozgást vizsgáljuk egy általános  $t$  időpillanatban. A lassító erő:

$$P_t = -m \cdot a = -\frac{G}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = E - G.$$

Helyettesítjük  $E$  értéket és kellő átrendezés után az egyenlet:

$$\frac{c_r \delta F}{2G} g v^2 - g = -\frac{dv}{dt}$$

Ha a  $\sqrt{\frac{2G}{c_r \delta F}} = v_0$  helyettesítést alkalmazzuk, akkor  $\frac{c_r \delta F}{2G} = \frac{1}{v_0^2}$ . Írjuk ezt be az egyenletbe:

$$\frac{1}{v_0^2} (v^2 - v_0^2) = -\frac{dv}{dt} \quad (1)$$

Ez az ejtőernyőmozgás differenciálegyenlete állandó súlyú ejtőernyős rendszer esetén.

Könnyen megoldható a változók szétválasztásával:

$$\frac{g}{v_0^2} \int dt = - \int_{v_0}^v \frac{dv}{v^2 - v_0^2}.$$

Az integrációs határokat a bevezetésben megadott III. kezdeti felvétel szolgáltatja. Az integrálást elvégezve:

$$\frac{g}{v_0^2} \left[ t \right] = - \left[ -\frac{1}{v_0} \operatorname{cth} \frac{v}{v_0} \right]_{v_0}^v$$

Kellő átalakítások után:

$$\frac{g}{v_0^2} t = \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} - \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0}$$

Végül:

$$v = v_0 \cdot \operatorname{cth} \left[ \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right] \quad (2)$$

Ez tehát az (1) differenciálegyenlet megoldása,  $G = \text{const}$  esetén, s ez nem más, mint az ejtőernyős rendszer sebességének változása az időben. A függvény menetét vizsgálva, nézzük meg a függvény differenciálhányadosát:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{g}{\operatorname{sh}^2 \left[ \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right]}$$

Mivel a nevezőben egy négyzet van, s ez mindig pozitív, azontúl  $g$  is pozitív, a derivált értéke állandóan negatív, vagyis a függvény menete monoton csökkenő.

A sebességfüggvényről tudjuk tehát azt, hogy a  $v_0$  értékénél kezdődik és monoton csökken. Kérdés most már az, hogy meddig csökken, mi a sebesség legkisebb értéke. A  $th$ -függvény általában valamely határértékhez szokott tartani. Nézzük ezt meg jelen esetben, azaz képezzük a határértémet, ha  $t \rightarrow \infty$ :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v = \lim_{t \rightarrow \infty} v_0 \cdot \operatorname{cth} \left[ \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right]$$

Tudjuk, hogy a  $v_0$  állandó kiemelhető a  $\lim$  jel elé. Alkalmazzuk a következő egyszerűbb jelölést:  $\frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} = x$ .

Látjuk, ha  $t \rightarrow \infty$ , akkor  $x \rightarrow \infty$ .

Tehát

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} v &= v_0 \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \operatorname{cth} x = v_0 \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\operatorname{ch} x}{\operatorname{sh} x} = \\ &= v_0 \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{e^x - e^{-x}} = v_0 \cdot \frac{e^x}{e^x} = v_0. \end{aligned}$$

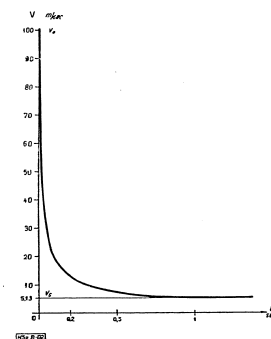
Látjuk, hogy a sebesség határértéke, a  $v_0 = \sqrt{\frac{2G}{c_r \delta F}}$  állandó. Ha értelmezzük ezt az állandót, fontos összefüggéshez jutunk.

## 2.1. Az ejtőernyők alapegyenlete.

$$\text{Alakítsuk át a } v_0 = \sqrt{\frac{2G}{c_r \delta F}} \text{ állandót:}$$

$$c_r \frac{\delta}{2} F v_0^2 = G.$$

Látjuk, hogy egy egyensúlyi egyenletet kapunk. Ez kimondja, hogy a  $v_0$  süllyedési sebességgel eső ejtőernyős rendszerre ható légellenállás pontosan egyenlő az ejtőernyős rendszer súlyával. A  $v_0$  süllyedési sebességű rendszer tehát egyenletes mozgást végez, mivel a rá ható erők eredője zérus. Mint láttuk, a rendszer sebessége minden határon túl megközelíti ezt a sebességet, ha az idő minden határon túl növekszik. Gyakorlatilag tehát az ejtőernyős rendszer mozgása egy bizonyos idő elteltével után egyenletes mozgásnak tekinthető. Ezt alátámasztja a 2. ábra, ahol láthatjuk a  $v_0 = 100 \text{ m/sec}$ ,  $G = 0,7 \text{ kg}$  és  $F = 0,35 \text{ m}^2$  adatú rendszer sebességgörbéjét és azt, hogy a sebesség már 1 sec múlva gyakorlatilag nem különbözik a  $v_0$  állandó süllyedési sebességtől.



2. ábra. Állandó súlyú rendszer sebességgörbéje.

Az előbb felírt egyensúlyi egyenletet az ejtőernyők alapegyenletének nevezzük; segítségével ui. hozzá lehet kezdeni az ejtőernyő méretezéséhez. Ha pl. adva van a súly és a megengedett süllyedési sebesség, kiszámítható az ejtőernyő hasznos felülete. Maskor egy meglévő rendszer esetén a rendszer súlyából és az ejtőernyő hasznos felületéből meg lehet határozni a süllyedési sebességet ( $v_0$ ), sőt az alapegyenlet segítségével egy megadott rendszerre ( $G, F$ ), a  $v_0$  süllyedési sebesség megméréssel kiszámítható a  $c_r$  tényező értéke. A mérés alkalmazásával természetesen vigyázni kell arra, hogy ekkor a rendszer már olyan állapotban legyen, hogy a rendszer sebessége és a  $v_0$  közötti különbséget elhanyagolhassuk. Ilyen mérések eredményeképpen a  $c_r = 1,1 \sim 1,3$ -nak adódott.

## 2.2. A megtett út az idő függvényében.

A gyakorlatban sok esetben nemcsak arra van szükségünk, hogy a rendszer sebességét ismerjük a földérés pillanatában, hanem arra is szükség lehet (pl. ejtőernyős világító bombák esetében), hogy az ernyő bontása után egy bizonyos ideig (pl. a kilövés idejéig) mennyit süllyedt a rendszer, mennyi a megtett útja. Ezt a sebességfüggvényből egy integrálással kapjuk:

$$\int_0^t ds = \int_0^t v \cdot dt = v_0 \int_0^t \operatorname{cth} \left[ \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right] dt.$$

Tehát

$$s = v_0^2 \ln \frac{\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right)}{\operatorname{sh} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0}}.$$

Ez a megtett út pontos értéke. Ennek kiszámítása számítástechnikailag azonban nehézségekbe ütközik. Amikor ui. nagyobb  $t$  időértékekről van szó, akkor a  $\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right)$  értékeknek meghatározásához, a Taylor-sorba fejtes alkalmazásával meglehetősen nagy számú tagra van szükség. Eppen ezért célszerűnek látszik egy közelítő eljárás.

## 2.3. Az út kiszámítása közelítő képlettel.

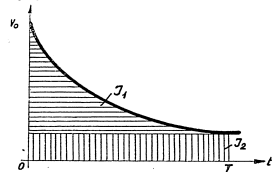
A megtett út, mint tudjuk, geometriailag a sebesség-görbe alatti területet jelenti. Bontuk ezt a területet két részre,  $I_1$  és  $I_2$  területre a 3. ábra szerint.

Az  $I_2$  terület téglalap, könnyen kiszámítható. Ehhez hozzáadjuk a  $I_1$  görbe, a  $v$  ordinátatengely és a  $v_0$  egyenes körüli végtelenig terjedő  $I_1$  területet, s akkor megkapjuk közelítőleg a megtett útnak megfelelő terület-mérszámot olyan  $t \approx T$  értékekre, ahol  $v = v_0$ . A ké-

dés most már csak az, hogy ennek a végtelenig terjedő  $I_1$  területnek a mérőszáma nem végtelen-e, azaz kiszámítható-e az

$$I_1 = \int_0^{\infty} \left[ v_0 \operatorname{cth} \left( \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right) - v_0 \right] dt \quad (3)$$

improprius integrál.



3. ábra. A sebességgörbe alatti terület.

A megoldást a következőképpen kísérleljük meg. Az integrált így írjuk fel:

$$I_1 = \int_0^{\infty} t \cdot dv = \lim_{v \rightarrow 0} \int_0^{\infty} t \cdot dv$$

Mivel pedig a sebességegyenletből

$$t = \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} - \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0}$$

tehát

$$I_1 = \lim_{v \rightarrow 0} \int_0^{\infty} \left[ \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} - \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right] \cdot dv$$

Oldjuk meg tagonként az integrált

$$\frac{v_0}{g} \int_0^{\infty} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} \cdot dv = \frac{v_0}{g} \left[ v \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} + \frac{v_0}{2} \ln (v^2 - v_0^2) \right]_0^{\infty}$$

Továbbá

$$\frac{v_0}{g} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} \Big|_0^{\infty} = \frac{v_0}{g} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \Big|_0^{\infty}$$

Vagyis

$$I_1 = \lim_{v \rightarrow 0} \left[ \frac{v_0^2}{2g} \ln (v_0^2 - v^2) + \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} - \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} - \frac{v_0^2}{2g} \ln (v_0^2 - v_0^2) \right]$$

Egyszerűsítünk és emeljük ki az állandókat a lim jel alól:

$$I_1 = \frac{v_0^2}{2g} \ln (v_0^2 - v_0^2) + \lim_{v \rightarrow 0} \left[ \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} - \frac{v_0^2}{2g} \ln (v_0^2 - v_0^2) - \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right]$$

Viszont tudjuk, hogy

$$\operatorname{arcth} \frac{v_0}{v} = -\frac{1}{2} \ln \frac{v_0 - v}{v_0 + v}$$

és

$$\operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} = -\frac{1}{2} \ln \frac{v_0 - v_0}{v_0 + v_0}$$

Ezt felhasználva és a határátmenetet elvégezve:

$$I_1 = \frac{v_0}{g} \ln \frac{v_0 + v_0}{2 v_0} \quad (4)$$

Végeredményben tehát megállapíthatjuk, hogy a keresett  $I_1$  improprius integrál létezik és így az állandó súlyú ejtőernyős rendszer megtett útja olyan időértékeken, ahol a sebesség már gyakorlatilag a  $v_0$ -szel vehető egyenlőnek, könnyen számítható:

$$s' = I_1 + v_0 \cdot t \quad (4a)$$

méter, ha a sebességeket m/sec-ban helyettesítjük.

### 3. az ejtőernyőmozgás változó súlyú rendszer esetén

A súly változást az idővel lineárisan változónak tekintjük. Ez jogos, hiszen a világítóbombák fáklyái többnyire henger vagy hasáb-alakúak és a magasságuk mentén égnék, az égési sebességük pedig gyakorlatilag állandó. Így a súly lineárisan csökken.

Írjuk föl tehát ennek a mozgásnak differenciálegyenletét, a következők figyelembevételével.

A rendszer  $G$  súly két részből tevődik össze, a  $G_1$  változó és a  $G_2$  állandó súlyból, így  $v_1$  kifejezésére is két különböző jellegű egyenletet kapunk, az idővel változó  $v_{11}$  =  $\sqrt{\frac{2(G_1 + G_2)}{c \cdot \delta F}}$

és az időben állandó  $v_{12}$  =  $\sqrt{\frac{2G_2}{c \cdot \delta F}}$  egyenletet. A két egyenletet abban a  $t = \tau$  időpontban ad

szones értéket, amikor az égés, vagyis a súly fogyása befejeződik.

A differenciálegyenlet tehát a következő:

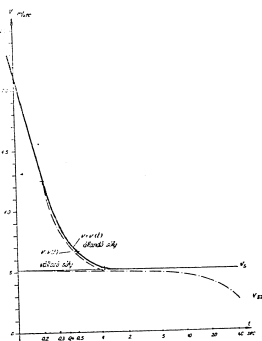
$$\frac{g}{v_1^2(t)} \cdot v^2 - g = - \frac{dv}{dt}$$

A változó együttható miatt ezt az egyenletet elemi módszerrel, egyszerű alakban nem tudjuk megoldani, próbáljunk ezért közelítő megoldást keresni.

Azonos kiindulási adatokkal vegyünk fel egy változó és egy állandó súlyú rendszert. Rajzoljuk meg mindkettő sebességgörbéjét. Az állandó súlyúnál ez nem nehéz, a változó súlyú rendszer esetén pedig úgy végezzük el a számítást, hogy bizonyos időpillanatokban kiszámítjuk a fogyó súly nagyságát, azt állandónak tekintjük és így egyes pontokban meghatározzuk a  $v_0$ , majd pedig a  $v$  sebességet. Ábrázoljuk ezeket logaritmusos időléptékben (4. ábra):

Ezután a változó és az állandó súlyú rendszer sebessége közti különbséget is ábrázoljuk (5. ábra).

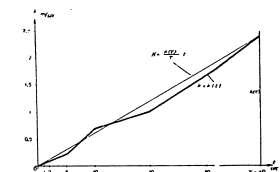
Az 5. ábráról láthatjuk, hogy ha ezt a különbséget megközelítjük, egyenest kapunk, melynek egyenlete:  $K = \frac{k(t)}{\tau} \cdot t$ , ahol  $\tau$  a



4. ábra. Állandó és változó súlyú rendszer sebességgörbéje.

kialvás ideje. Vagyis a változó súlyú rendszer sebességét az azonos kezdőadatú állandó súlyú rendszer sebességéből a különbséget kivonva nyerjük:

$$v_0 = v_0 - \frac{k(t)}{\tau} \cdot t$$



5. ábra. Az állandó súlyú és a változó súlyú rendszer sebessége közti különbség.

A  $k(t)$ , vagyis a  $\tau$  helyen a  $v_0 - v_0$  különbség gyakorlatilag nem más, mint a két rendszer süllyedési sebességének különbsége, vagyis  $v_{11} - v_{12}$ . Az állandó súlyú rendszer viszont a változó súlyú rendszerrel a  $t = 0$  pillanatban azonos, ezért  $k(t) = v_{11,0} - v_{12}$ .

Tehát a változó súlyú rendszer sebessége közelítőleg:

$$v_0 = v_{11,0} \operatorname{cth} \left( \frac{g}{v_{11,0}} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_{11,0}} \right) - \frac{v_{11,0} - v_{12}}{\tau} \cdot t \quad (5)$$

Ebből a gyorsulás (ill lassulás):

$$a_0 = \frac{dv}{dt} = - \frac{g}{v_{11,0}^2} \left[ \frac{g}{v_{11,0}} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_{11,0}} \right] - \frac{v_{11,0} - v_{12}}{\tau}$$

Ez azt jelenti, hogy a lassulás nagyobb, vagyis a sebesség gyorsabban csökken, mint az állandó súlyú rendszer esetében.

Most még a megtett utat kell meghatároznunk. Egyszerű, hiszen csak a sebesség második tagját kell integrálnunk.

Igy az út pontos kifejezése:

$$s_t = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_{1,0}} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right)}{\operatorname{sh} \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}}} - \frac{v_{1,0}^2 - v_0^2}{2g} \cdot \frac{t^2}{\tau}$$

és a közelítő képlet:

$$s_t' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + v_{1,0}}{2v_{1,0}} + v_{1,0} \cdot t - \frac{v_{1,0}^2 - v_0^2}{2g} \cdot \frac{t^2}{\tau}$$

Ezzel a változó súlyú rendszer mozgásjellemzőit megállapítottuk.

#### 1. A felhajtó erő hatása

Az ejtőernyős rendszerre ható erőket eddig csak a  $G$  súlyerőt és az  $E$  légellenállást vettük, részben a számítások áttekinthetősége miatt, részben pedig azért, mert állandó súlyú rendszer a valóságban is létezik. A változó súlyú rendszer súlyja azonban égés, mégpedig elég nagy hőmérsékletű égés következtében csökken. A rendszerre ható erőket amiatt változás lesz. A felvett erőknél kívül ugyanis még két hat:

a. a világító csillagból kiáramló, nagy hőmérsékletű égéstermékek felfelé irányuló tolobatása,

b. a csillag mellett felmelegedő levegőnek az ejtőernyőt emelő hatása.

Ez a két erő a súlyerő ellenében hat, és nagyságuk a  $t=0$  időpillanatban zérus. Időbeli folyásukat nem ismerjük, tehát közelítést kell alkalmaznunk. A két erőt nem választjuk el egymástól és eredőjük közepértékét vesszük számításba, vagyis a felhajtó erőt időben állandónak tekintjük az égés tartama  $(0 \leq t \leq \tau)$  alatt.

Ha a felhajtóerő  $T_1$ , akkor a rendszer  $G_2$  súlyához viszonyítva, a megoldásban két különböző eset lehetséges.

1.  $G_2 > T_1$ .

A mozgásegyenlet (első közelítésben álló súlyt feltételezve):

$$\frac{G_2}{g} \frac{d^2 s}{dt^2} - G + T_1 = \frac{G}{g} \frac{dv}{dt} \quad (6)$$

Átalakítás után:

$$\frac{G_2}{2G} \frac{d^2 s}{dt^2} - g \left( 1 - \frac{T_1}{G} \right) = - \frac{dv}{dt}$$

Ha bevezetjük a  $v_1$ -nek a 2. fejezetben alkalmazott jelölését és a következő jelölést:

$$a = v_1 \sqrt{1 - \frac{T_1}{G}}$$

akkor az egyenlet a következőképpen alakul:

$$\frac{G_2}{v_1^2} (v^2 - a^2) = - \frac{dv}{dt}$$

Ez az (1) egyenlet megoldása szerint megoldható és a megoldás is a (2) egyenlethez lesz hasonló:

$$v = a \cdot \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_1^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right)$$

vagyis a rendszer sebessége az  $a$  állandó sebességhez közeledik minden határon túl, ha

Az  $I_1$  integrál a (3) egyenletben megadotthoz hasonló alakú:

$$I_1 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{v_1^2}{g \cdot a} \left( \int_0^t \operatorname{arctg} \frac{a}{v} dv - \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right) = \frac{v_1^2}{g} \ln \frac{v_0 + a}{2a}$$

Most rátérve a végleges alakra, a változó súlyú rendszerben és felvéve a következő helyettesítéseket:

$$a_{1,0} = v_{1,0} \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_1 + G_2}} \quad \text{és} \quad a_2 = v_2 \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_2}}$$

a rendszer sebessége:

$$v = a_{1,0} \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_{1,0}^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right) - \frac{a_{1,0}^2 - a_2^2}{2a_{1,0}} \quad (7)$$

A rendszer útja pedig a közelítő képlettel:

$$s' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + a_{1,0}}{2a_{1,0}} + a_{1,0} \cdot t - \frac{a_{1,0}^2 - a_2^2}{2g} \cdot \frac{t^2}{\tau} \quad (8)$$

II.  $G_2 < T_1$ .

Ebben az esetben az égés végén a rendszer felfele mozog. Ekkor az ejtőernyős légellenállástényezője megváltozik,  $c'$  lesz. Most felírva a rendszer mozgásegyenletét állandó súlyú rendszerre, a felfelé ható erőket tekintve pozitívnak és mindjárt elvégezve a (6) egyenlet utánhoz hasonló átalakításokat, a következő egyenlethez jutunk:

$$\frac{G}{v_1^2} (v^2 - a^2) = - \frac{dv}{dt}$$

ahol  $v' = \sqrt{\frac{2G}{c' \cdot \delta F}}$  és  $a' = v' \sqrt{1 - \frac{T_1}{G}} = 1$  felfelé irányult sebességeket jelentenek.

A differenciálegyenlet megoldása megint azonos az (1) egyenletével, így ezt nem is részletezzük tovább, mindjárt áttérünk a változó súlyú rendszerre, ahol

$$v_{1,0} = \sqrt{\frac{2(G_1 + G_2)}{c' \cdot \delta F}}$$

$$\text{és } a_{1,0} = v_{1,0} \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_1 + G_2}}$$

vizsgálva az előző ponthoz képest  $v_2$  helyett  $-v'$  és  $a_2$  helyett  $-a'$  szerepel, így a változó súlyú rendszer sebessége:

$$v = a_{1,0} \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_{1,0}^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{a_{1,0}} \right) - \frac{a_{1,0}^2 + a_2^2}{2} \quad (9)$$

lesz, a rendszer által megtett út pedig a közelítő formulával fejezhető ki:

$$s' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + a_{1,0}}{2a_{1,0}} + a_{1,0} \cdot t - \frac{a_{1,0}^2 + a_2^2}{2g} \cdot \frac{t^2}{\tau} \quad (10)$$

A  $T_1$  erő kísérleti meghatározása után tehát a (7) és (8), illetve (9) és (10) egyenletek közvetlenül felhasználhatók számításra a  $0 \leq t \leq \tau$  intervallumban.

#### 5. Az ejtőernyőre ható erők

Mint már vizsgálódásaink elején megállapítottuk, az ejtőernyős rendszert a súlyerő és a légellenállás ereje, illetve ezek eredője, a lassító erő terheli. (A felhajtó erőt elhagyjuk.) A lassító erő pedig Newton II. törvénye alapján:

$$P_1 = m \cdot a = - \frac{G}{g}$$

Állandó súlyú rendszer esetén tehát:

$$P_1 = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \left( \frac{g}{v_1^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right)}$$

Változó súlyú rendszer esetén pedig:

$$P_1 = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \left( \frac{g}{v_{1,0}^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right)}$$

$$= - \frac{G \cdot v_{1,0} - v_2^2}{g \cdot \tau}$$

$$\text{ahol } G = G_1 + G_2$$

A mérterezéshez ennek az erőnek maximális értékére van szükségünk. A vizsgált  $0 \leq t \leq \infty$

intervallumban lokális szélsőérték csak, vagyis csak a vizsgált tartomány valamelyik szélén lehet maximum és minimum. A kérdés megválaszolására egyszerű:  $t$  növekedésével  $\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_1^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right)$  értéke nő, négyzete még gyorsab-

ban nő, viszont ez a nevezőben van, vagyis  $t$  növekedésével az erő rohamosan csökken, maximuma tehát a  $t=0$  helyen van. Eppen ezért lehet a felhajtó erőt figyelmen kívül hagyni, mert annak értéke  $t$  helyen zérus.

Az erők számbajövő értéke tehát (a negatív előjelet, amely azt jelenti csupán, hogy az erő lassító, elhagyva):

a) állandó súlyú rendszer esetén

$$P_1 = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1}} \quad (11)$$

b) változó súlyú rendszer esetén pedig

$$P_1 = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}}} + \frac{G \cdot v_{1,0} - v_2^2}{g \cdot \tau} \quad (12)$$

Ez az erő a rendszert hátrázva viszi igénybe, ez szerint kell méretezni az ernyő kötéleit és kapcsolóját. Most még tisztáznunk kell azt a kérdést, hogy a mérterezéskor az ilyen erők esetén milyen biztonságot kell alkalmaznunk.

A számításokat a kiindulási feltételek alapján végeztük. Feltételeztük a bevezetésben (II.), hogy a bontás alkalmával az ernyő teljes felületére rugón fekszik. A valóságban a helyzet azonban az, hogy az ernyő fokozatosan nyílik ki, és a nem egészen kinyírt ernyő is fekszik. Ennek felülete azonban kisebb, mint a teljesen kinyírt ernyőé, a teljes kibomlás pillanatában viszont a sebesség – éppen az előző fejezés miatt – lesz kisebb, mint  $v_0$ , a valóságban tehát nem lép fel akkora erő, mint az előbb számított. A nem embert szállító ejtőernyők méretezésénél tehát azt vehetjük alapul, hogy az így számított  $P_1$  erővel közel a szakítószilárdságú terhelhetjük az alkatrészeket. A gyakorlat azt mutatja, hogy ekkor a kellő biztonság még meglesz.

Végül felhívjuk az érdeklődőknél felhívjuk a figyelmüket a következőkre:

a) állandó súlyú rendszer esetében: (3), (4), (5) és (11) egyenlet,

b) változó súlyú (villagító) rendszerre: (7), (8), (9), (10) és a (12) egyenlet.

Irodalom

- (1) Murtyvaszky Ádám: Kinetika. Egyet. jegyzet. Budapest (1940).
- (2) Bernart: Matematikai analízis I. Budapest (1954).



sen cserélhetők legyenek, kapcsolatok pedig egyszerű legyenek.

- c) Fontos követelmény, hogy a hid anyagát a csapatokkal együtt lehessen szállítani a végponton, hogy az adott pillanatban bárhol és bármikor fel lehessen használni. Ezért szükséges, hogy a hidanyagot gyorsmozgási terepjáró tehergépkocsikkal szállítsák. A felmálázott anyag le- és felrakását gépesíteni kell. A hid gazdaságosságát leginkább jellemző folyómétersúlyt állandóan csökkenteni kell; ez a szállításhoz szükséges gépkocsi számának csökkentéséhez vezet.

Az úszó hidhidak korszerűségi gazdaságosság szempontjából a folyómétersúly jellemző a legjobban. Hidfolyómétersúlyon a teljes hidösszegegyes (szállítójárművek nélkül) és az építendő hidösszegegyes hányadosát értjük. A hid annál korszerűbb (gazdaságosabb), minél kisebb a hidfolyómétersúly értéke. A hidfolyómétersúly természetesen összefügg a szállító gépjárművek számával: csökkentéssel arányosan csökken a gépjármű-szükséglet is. Az alábbi táblázatból kitűnik, hogy a hidfolyómétersúly lecsökkentésére irányuló törekvések az elmúlt három évtizedben milyen eredményeket hoztak. A kiértékelést a PHHO, az N2P és az NPO hidak 60 tonnás alakjára vonatkoztatjuk.

Hid típus	Hidfolyómétersúly	1 hidfolyóméterre eső szállító járművek száma
PHHO	2,1	1,11
N2P	2,3	0,95
NPO	1,9	0,81

(A PHHO típusnak az N2P-hez képest kis hidfolyómétersúlya a környéken szerelvényekből adódik.)

- d) Ugyancsak fontos kívánság, hogy a hid anyagát az átkelés minden szakában — különösen a felrakásnál — módosítottakban — alkalmazni lehessen. Ezek szerint úszó aljzatok, desztant átkelési eszközök, széles arcvonalon az ellenség tűzében bevethető legyek, a folyamatos átkelés idejéig, vagy ha az átkelés az ellenség messzebbről tűzszegély, illetve legi tevékenység hatása következtében megszakad, biztosítani kell a tartós kompartimentek a legnehezebb szárazföldi járművek részére. Végül a hidanyagból a folyami akadályt teljes szélességben átfogó zárt hidat kell létesíteni. Hozzáértőkhöz ezekhez a követelményekhez, hogy az egyik átkelési formáról a másik átkelési formára a legrovidabb időn belül lehessen áttérni.

A felsorolt követelmények természetesen csak a legfontosabbak. Egy új hidtípus kialakításakor a tervezőknek ezeken kívül még sok tényezőt kell figyelembe venniük. Ilyenek pl. a ke-

zelőszám, a beépítési idő, az egységalkotók, a gyárhatalóság stb. Jellemzően lehetetlen minden igényt tökéletesen kielégíteni. Ezért a hidtípus gazdaságosságát kialakítása attól függ, hogyan sikerül a tervezőknek az optimális kompromisszumot megtalálni. Ilyen kompromisszumos megoldásra mutatunk az alábbiakban néhány példát.

Az N2P-hidkészenléti nyitott pontonja rendkívül alkalmas a desztant átkelésre. A komp vagy hid szerelvények a kezelőszemélyzet biztosabb mozgására nyitott pontonokban. Ezzel szemben a ponton csak kis mértékben terhelhető meg, mert a vízbeesés veszélye nagy, különösen akkor, ha a szerelés sebessége gyors, vagy erősen hullámzó vízben történik.

Az NPO-hidkészenléti pontonok súlya viszonylag nagyobb az N2P-típusú pontonok súlyánál. Másrészt azonban ugyanazon teherbírási, azonos hidhossz építéséhez 20 százalékkal kevesebb ponton szükséges, és ezért a szállító tehergépkocsi száma is lényegesen kisebb. Ha összehasonlítjuk az N2P és nehézhidunk, az NPO azonos teherbírási hidakait, akkor kitűnik, hogy az utóbbiak egy keresztmetszetbe beépített hosszartók száma jelenléte-nyen kevesebb. Megjegyzendő, hogy a hosszartók súlya az NPO-nál 306 kg, az N2P hidkészenléti esetében pedig 230 kg.

Lásuk végül a PHHO-típusú alumíniumhidat. E hidtípus legnagyobb előnye, hogy a fő tartóelem, a hosszartó súlya mindössze 66 kg. Ez egykorlatilag azt jelenti, hogy 2 haves könnyűszerrel be tudja szerelni. Ezzel szemben egy keresztmetszetben az NPO-hoz, vagy akár az N2P-hez viszonyítva több mint kétszerannyi tartót kell elhelyezni.

### 3. A fejlődés távlatai

A pontonok vizkiszorítása (egyszerűsített súlya), egymástól való távolsága, valamint a hosszartók száma és szelvénye egymással szorosan összefüggésben van. Nyilvánvaló, hogy egy merev rendszerű (szilárd alátámasztással) folyótárolás (többtámaszú tartó) hid esetében a pontonok közti távolság (feszítv) növelésével nagyobb lesz a hosszartók szükséges keresztmetszeti tényezője, továbbá növekszik a pontonok vizkiszorítási szükséglete, s természetesen csökken a pontonok száma. A pontonok méreteit azonban korlátozza súlyuk és a gépkocsi való szállíthatóság. A hosszartók szelvényeinek kiválasztásában viszont az önsúly a döntő tényező. Ebben a kérdésben a fejlődésnek feltétlenül a feszítv növelésére, tehát a pontonok számának csökkentésére kell irányulnia. Tehát a feladat az, hogy viszonylag kis súly megtartásával a lehető legnagyobb mértékben ki kell használni a pontonok korlátozott vizkiszorítási, egyúttal pedig ki kell alakítani a gazdaságosabb hosszartó szelvényét. Csak a zárt ponton alkalmazása esetén lehetséges a

desztant átkelés előnyeinek elvetésével a pontonok vizkiszorítását a lehető legnagyobb mértékben kihasználja. A jelenleg szokásos pontonok méretei csak magasságban és hosszban növelhetők bizonyos értékre. Meg kell állapítani azonban, hogy a hosszartók növelésével új tehergépkocsi típusok kialakítása is szükségessé válik. A hosszartók leggyakoribb kialakításai már kevésbé bonyolult feladat. A jelenleg alkalmazott feszítvösszeállítások elvek felváltásával (dinamikus tényező, biztonság csökkentése), minden valószínűség szerint az eredményeket egyszerű módon lehet elérni. Megfelelő kísérletorozattal sok olyan erőrtani kérdés is tisztázható, mint pl. a keresztmögősszálló származó többlettényezővel, a kapcsolatonál felépítő ún. "gátolt csukló"-hatás, melyek kedvezően befolyásolhatják a szelvények átláthatóságát.

A tervezőknek rendkívül nagy tartaléka van az anyag helyes megválasztásában is. Jelenleg hidjaink hosszartói szinte kivétel nélkül 50 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságú acélból készülnek. Súlymegtakarítás érhető el részeit nagyobb szilárdságú acél alkalmazásával, részint pedig a könnyűfém tartók általánosabb bevezetésével. Ez utóbbi megoldás különösen célszerű hazánkban, hiszen a második öt éves terv alumíniumgyártásunkat nagy mértékben fejleszti.

Viszonylag nagy lehetőségek mutatkoznak még a hídverési idő csökkentésében. Már érezhető a fejlődés e tekintetben a korszerű hidaknál, mint amilyenek a szovjet új nehézhid és a magyar NPO-típusok is. Nagy mértékben csökkenti ezt az időt az itt megvalósított ún. pontonblokk-rendszer. Ennek lényege abban áll, hogy szárazföldi szállítás közben egy fordítókörnyezet közbeiktatásával a pontonhoz tartozó teljes fedélzeti anyagot (hosszartókat, pallókat, szegélyfákat stb.) a pontonfedélzetre máhúzzák. A felmálázott anyag hosszirányú szállítása közben egybeesik a ponton, más szóval az egész szállítmány hosszirányúval. A beépítés helyén a teljes pontonblokkot vízbeesztjük, majd a fedélzeti anyagot a fordítókörnyezettel együtt 90°-kal elforgatjuk. Ily módon a hosszartókat az irányt tekintve megfelelő helyre kerülnek. E rendszerrel mintegy 30%-os építési időt lehet megtakarítani.

Az elgondolás továbbfejlesztésével újabb időmegtakarításra nyílik mód. Különösen könnyű hidtípusok megvalósítása során lehetséges olyan megoldás, hogy egy-egy pontonra véglegesen (szeszszertől felépítendő) kerüljön. Ezzel a hídépítés munkája a pontonrészek kapcsolására, a felépítéskor elmozdítására és egymáshoz való illesztésére korlátozódik.

Önként vetődik fel a hídépítés gépesítésének kérdése. Megállapítható, hogy bár a gépesítési lehetőségek még nincsenek teljesen kimerítve, a fejlődés azonban ezen a téren korlátozott. Megoldás alatt áll a bakhidmezők darus gép-

kocsival, vagy a pontonszállító gépkocsira szerelt daruval való beépítése.

Ez a módszer nagymértékben egyszerűsíti és megkönnyíti ezt az eddig igen sok fáradságot és nem egyszer balesetet okozó műveletet. Vannak még lehetőségek az összehajlathoz szükséges célszerűbb szerelvények, segédesszók kialakításában, de az úszó hidhidak hidvonalban való építésekor nagyobb terjedelmű komplex célgépek alkalmazása nem biztat sikerrel.

A korszerű harcászati elvekből, különösen az atomharcászati elvekből szükségeszerűen következik a hid tagonkénti építésének erős szétválasztása. Egy kb. 500 m hosszú, zárt hid tagjainak építése 1,5–2 km szélességben folyik. Ez azt jelenti, hogy harcászatiilag megengedhetlen a hidvonalban való folyamatos építés, amely pedig lehetővé tenné valamilyen hídépítő gép alkalmazását.

A pontonhidak fejlődésében nagy lépést jelentene a műanyagok széleskörű bevezetése. A lövésálló ponton, mely érzékenyen volna a gyalogsági lövegveretekkel szemben, kialakítható pl. olyan szivacs-szerű műanyagból, melynek szilárdsága megfelelő értékű, fajsúlya pedig jóval 0,5 alatt van. Hasonló módon valamilyen idő- és kopásálló műanyagból készült hidpálya sokkal gazdaságosabb lehetne a jelenlegi fapallónál.

A hídépítés gyorsaságát növelni a jelenleg általában alkalmazott csavaros kötések felváltása pillanatkapcsolóval, vagy pedig különlegesen kialakított csapokkal. Az ilyen új kapcsolóelemek kialakítása során azonban vigyázni kell a tökéletes biztosításra, mert ennek hiányában a létesített kapcsolat veszélyes lehet. Ezen a területen ezért hosszabb előtanulmányokra van szükség, meg kell állapítani, hogy a pillanatkapcsolók milyen mértékben képesek biztosítani az összekötendő elemek folytonosságát és stabilitását.

Az ismertetés csupán a harcászati csapatok partváltására alkalmas úszó hidhidakra vonatkozik. Mint tudjuk, a további lépések, valamint az utánpótlás átszállítása már nem csak a hidakon történik. Erre a célra a helyszínen kitermelt fából készült ún. szükséghidak, továbbá előre elkészített, rendszeresített anyagból készült hadihidak szolgálnak. A műszaki csapatoknak ezenkívül száraz akadályok áthidalására alkalmas összerakható fedelmek is szükségük van. E hidtípusok ismeretével és tervezési problémáival egy későbbi alkalommal szándokozunk foglalkozni.

### Irodalom

- [1] B. H. KOPKOROV: BODNAR HADILÁROK MONTÁJA, Moszkva (1949).
- [2] Ideiglenes utasítás az N2P hadihidanyag kezeléséről (1950).
- [3] Ideiglenes utasítás a PHHO–50 hadihidanyag kezeléséről. Kézirat. (1951).
- [4] Ideiglenes kezelési utasítás az NPO–53 M. hidhidhidakhoz. Kézirat. (1952).

ZÁMORI ZOLTÁN  
MERNOK-FHDDY.

## Dekadikus számlálócsövek és alkalmazásai

### 1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedben egy sereg elektronikus számlálókört dolgoztak ki, s egyben felhasználási területüket is igen nagymértékben kibővítették. E számlálókörök alapfeladata, hogy az érkező elektronos impulzusokat megszámlálják. Kezdetben a számlálóköröket főleg atomfizikai mérőműszerekben alkalmazták; itten egy mérőfelületen áthaladó radioaktív részecskék számát határozták meg segítségével. Ma már e köröket a mérés technika más ágaiban is széleskörűen használják, így többek között a haditechnika területén is pontos frekvencia-, fordulatszám-, idő- és sebességmérés céljaira. A számlálókörök ugyancsak nélkülözhetetlen alapelemei a különböző elektronikus számológépeknek is.

Az elektronikus számlálókörök első típusa az úgynevezett kéntes lemezű billenőkör (ceatery volt) [1]. Ezek a számlálás kéntes számrendszerben végeznek, de később a leolvadás megkönnyítése érdekében megalkották a tízes számrendszerű, úgynevezett dekadikus számlálóköröket is. Ezekben a számlálási folyamatot a különböző elektronikus elemek és a különböző számjegyek által kiváltott kis kódfénylámpák jelzik.

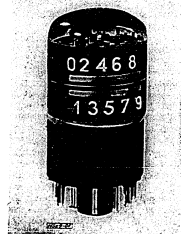
Ezek a tízes számrendszerben dolgozó ún. lemezű kapcsolások általánosan elterjedtek és ezért idővel szinte önként kialakított az a kérdés, hogy nem volna-e célszerű ezeket a bonyolult és nagyarányú elektronosvet igénylő kapcsolásokat egyetlen, speciálisan erre a célra szerkesztett elektroncsővel pótolni. A probléma a negyvenes évek végén ért meg, s megoldásában hazai érdemek is vannak, ut. az egyik első működési elvet Símányi Károly adta meg [2]. Az 1953–1954. években egymásután jelennek meg a világban a különböző elven működő dekadikus számlálócsövek. Ezek mindegyikével itt nem foglalkozunk, csak a közülük legjobban bevált EIT típusú, úgynevezett dekatroncsövet és annak alkalmazási területeit ismertetjük.

### 2. A dekatroncső működési elve

Az EIT típusú dekatroncső tulajdonképpen kis speciális katódugrálócső. Fényképe az 1. ábrán látható. A cső anódja elé egy 10 részes elválasztó elektróda van szerelve ( $G_1$ ), amely a szágyszervé alakított elektronnyalábot a cső párisztján lévő fluoreszcens ernyő tíz meghatározott helyére engedi csúszni. Az anódról az eltérőlemezre vezetett negatív visszacsatolás lehetővé teszi, hogy az elektronugrálócső a tíz hely valamelyikén stabil módon rögzítsük. Az elekt-

1. ábra: Elektroncső, amely a hátsó nem egyenlő méretű részekkel rendelkező EIT típusú anódra a különböző visszacsatolású csövek 8-12. hámszámú részét mutatja.

ronsugart egyik stabil helyzetéből a következő az egyik eltérő lemezre alkalmazott speciális alakú impulzussal vihetjük át. Így a sugár végző helyzetéről lehet a csőre érkező impulzusok számát megítélni.



1. ábra.

A leírt rövid működési elvet részleteiben a következőképpen érthetjük meg: Nézzük a 2. ábrán lévő elektróda elrendezését, ahol S jelöli a katódugráló elektronnyalábot,  $D_1$  és  $D_2$  az eltérő lemezeket vagy deflektorokat,  $A_2$  pedig az anódot.

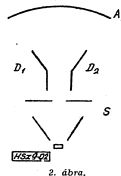
Kapcsoljunk a  $D_1$  elektródára valamilyen stabil feszültséget, pl. az EIT csövek esetében 155 V-ot, s változtassuk a  $D_2$  elektróda feszültségét 155 V környezetében. Az  $I_A = f(V_{D2})$  függvény egy vízszintes egyenes lesz, ut. a sugárnyaláb bármely helyen éri is az anódot, ez az egész sugárnyalábot össze fogja gyűjteni. (3. ábra.)

A cső anódját  $R_A$  ellenálláson keresztül kössük az  $E_T$  tápfeszültségre. Ez a feszültség az EIT csövek esetében 300 V. A 3. ábrán látható karakterisztikák  $P$  metszéspontjából meghatározhatjuk az előálló anód-feszültséget. Ha ezt az anód-feszültséget visszacsatolásként a  $D_2$  deflektorra vezetjük, akkor ezzel a kapcsolással rö-

Zámori: Dekadikus számlálócsövek

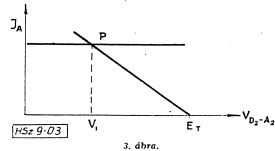
31

zteni tudjuk a sugárfolt helyét az anódlampon. Így adott  $E_T$  és  $R_A$  érték esetében a sugárfoltnak egyetlen stabil pontja van az ernyőn.



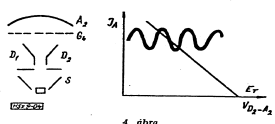
2. ábra.

Az  $I_A = f(V_{D2})$  karakterisztika formálásával, nevezetesen hullámossá tételével több metszéspontot és így több stabil pontot is elérhetünk az ernyőn. Mivel a tízes számrendszerben aka-



3. ábra.

runk dolgozni, ezért a fényfoltnak az ernyőn tíz stabil helyzetet kell adnunk. Ezt elérhetjük olyképpen, hogy az  $A_2$  anódlampon elé egy  $G_1$  elektródát helyezünk el. Erre az elektródára tíz rést vágunk, és ezáltal a 4. ábrán lévő karakterisztikát nyerjük.

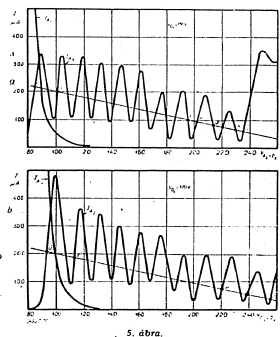


4. ábra.

Látjuk azonban, hogy ez az  $I_A = f(V_{D2})$  karakterisztika hiába hullámos, a tíz metszéspontot mégsem tudtuk vele elérni. Evesből a hullámos karakterisztikát végig rá kellene fektetni

az anódlamponra, ezért a fényfolt egyenesre. Ezt az által érthetjük el, hogy a  $G_1$  elektróda jobb oldali részét egy elektródával folyamatosan leárnyékoljuk, oly módon, hogy az anódlamponra érkező sugárnyaláb átlagos értéke a jobb oldali sugárnyalábnál kisebb legyen. Egy ilyen, ténylegesen az EIT csőről felvett karakterisztikát láthatunk az 5/a. ábrán.

Az ábrán feltüntetett anódlampon értéke 1 MΩ. Az  $I_{A1}$  görbe az  $A_1$  segédanód karakteris-



5. ábra.

terisztikáját ábrázolja, erről a későbbiek során lesz szó. Az 5/a. ábrából láthatjuk, hogy az anódlamponnak 21 metszéspontja van a számlálócső karakterisztikájával. Ezek közül 11 pont: a, c, e, ..., t, u, stabil, az ernyőn a 0, 1, 2, ..., 9 számjegyek és a visszaállítási pontnak felelnek meg, 10 pont: b, d, f, ... pedig metastabil.

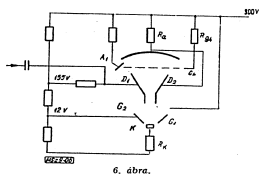
Nézzük először a stabil pontok magyarázatát. Az elektronugrálócső térjén ki valamilyen okból stabil helyzetéből balra vagy jobbra. Ez megfelelően egy kisebb vagy nagyobb anódáramot fog eredményezni, az anódáram változása pedig a jobb oldali eltérő lemez ( $D_2$ ) feszültségének növekedésére vagy csökkenésére vezet. Mindezt esetben tehát ez ellene hat a stabil helyzetből való kis elmozdulásnak, a fényfolt ennél fogva mindig a stabil helyzetek valamelyikébe áll be. Hasonlóan részletezhető a metastabil pontok szerepe is, ahol az elektronugráló nem tud stabilan megmaradni.



Kapcsoljuk a számlálócsövet a 6. ábrának megfelelő módon. Megjegyezzük, hogy a cső működéséhez a 0,3 V fűtésen kívül egyetlen 300 V tápfeszültség szükséges csupán, ez utóbbitól a  $D_1$  és  $G_1$  elektródák feszültségét egy potenciómterrel vesszük el.

Tegyük fel, hogy a bekapcsolás után a sugár a 0 számjegyen áll, megfelelően az 5/a. ábra a pontjának. Ha most egy 15 V-os pozitív feszültségugrást viszunk a  $D_1$  lemezre, a sugár ki fog térni balra az 1-es számjegy felé, anélkül, hogy az összekötött  $A_2-D_2$  elektródák potenciálja lényegesen megváltozna. Erre az esetre a cső karakterisztikáját az 5/b. ábrán látjuk. A cső most a  $c'$  munkaponton fog állni és ennek megfelelően a sugár mindaddig az 1-es számjegyen lesz, amíg a  $D_1$  feszültsége a 170 V-os potenciálra marad. Ha a feszültséget  $D_1$ -en hirtelen lekapcsoljuk 155 V-ra, a sugár az  $a$  munkapontnak megfelelően visszamegy a 0 helyzetbe. Ebből látható, hogy négyzetes impulzussal nem lehet a sugarat egy új stabil helyzetbe véglegesen átugrasztani.

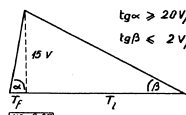
A cső csak akkor fog számolni, ha a 7. ábrának megfelelően egy háromszög alakú impulzust vezetünk a  $D_1$  deflektorra. Az impulzus feltűtő oldalának olyan gyorsnak kell lennie, hogy a sugár átugorjék a legközelebbi stabil helyzetbe, és az anód szert kapocsán majdnem állandó potenciálra maradjon, mindaddig, amíg az impulzusnak megfelelően a 8. ábrán látható.



6. ábra.

pulzusnak az a része tart. A cső így átkapcsol pillanatszerűen az 5/a. ábrán feltüntetett karakterisztikáról az 5/b. ábrán láthatóra. A  $D_1$ -re vezetett impulzus feltűtő oldalának viszont olyan lassúnak kell lennie, hogy a sugár egészen az 1-es számjegynek megfelelő új stabil helyzetbe maradjon, amíg a  $D_1$  potenciálja eredeti értékére tér vissza. Az impulzus e része alatt  $A_2$  és  $D_2$  feszültség kb. 15 V-al esik, ugyanolyan ütemmel, mint ahogyan a  $D_1$  elektróda feszültsége csökken. A szert kapacitás normális huzalozás mellett olyan, hogy az impulzus feltűtő oldalának emelkedése gyorsabb, mint 20 V/μsec, lejtő oldalának esése pedig lassabb, mint 2 V/μsec.

A  $D_1$ -re kerülő impulzusok amplitúdójának nem szükséges pontosan egyenlőnek lennie az 5/a. ábrán lévő  $a$  és  $c$  pontok közötti feszültségkülönbséggel. A lényeges feltétel az csupán, hogy az impulzusok amplitúdója meghaladja az  $a$  és  $b$  pontok közötti feszültséget.



7. ábra.

ségkülönbséget, és kisebb legyen az  $a$  és  $d$  pontok közötti feszültségkülönbségnél.

A 9-es számjegy az 5/a. ábrán a  $t$  munkapontnak felel meg. Ha beérkezik a tizedik impulzus, a sugár tovább ugrik balra és riesik az  $A_1$  visszaváltó anódra, majd az  $u$ -val jelzett stabil munkaponton igyekszik megmaradni. Ekkor azonban — ha az  $A_1$  elektródát egy  $R_1$  ellenálláson kötöttük a 300 V-os tápfeszültségre, — az  $A_1$  anódon egy negatív impulzus fog megjelenni.

Ezt az impulzust arra lehet felhasználni, hogy a sugarat a 0 számjegyre ugrassuk vissza és a következő dekad számára egy vezérlőjelet állítsunk elő. A legegyszerűbb módszer a sugár 0-ra való visszaállítására az, hogy egy megfelelő időtartamú negatív impulzust gerjesztünk az  $A_1$ -en megjelenő triggerrel és ezáltal a  $G_1$  elektródn keresztül lezárjuk az elektronsugarat. Ekkor az  $A_2$  potenciálja a tápfeszültség potenciáljára (300 V) növekszik, majd a lezárójel megszűnése után a sugár a 0 számjegynek megfelelő stabil pontba áll be.

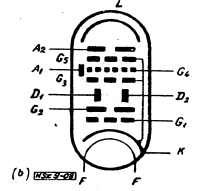
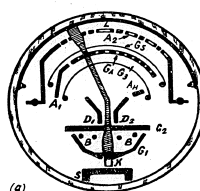
Az EIT csővek elektróda elrendezését és kapcsolási technikáját jelölésű a 8. ábrán látható.

### 3. A dekatroncső működéséhez szükséges elektronikus kapcsolások

Az EIT csővel dolgozó dekadikus számláló-fokozat legegyszerűbb kapcsolását a 9. ábrán látjuk.

A katódelállással előálló negatív visszacsatolás stabilizálja az EIT cső teljes katód-áramát. A  $D_1$  és  $G_1$  elektródák feszültségét egy  $\pm 2\%$  pontosságú feszültségosztóról vesszük.  $V_{A1} = 155$  V;  $V_{G1} = 12$  V. A  $G_1$ -re vezetett visszaváltó impulzust egy kettős triódból felépített egy-stabil állapotú billenőkörből nyer-

jük. E kör kimenő impulzusainak hossza 25 μsec. Ez az idő elégséges ahhoz, hogy az  $A_2-D_2$  elektródák potenciálja az 5/a. ábra a pontbeli potenciáljánál nagyobb értéket vegyen fel, s így az impulzus végén a 0 számjegyre térjen vissza. A billenőkör katódelállásán az EIT cső  $A_1$  anódjáról beérkező vezérlőjelet hatá-



8. ábra.

Ha valamilyen okból nagyobb számlálási sebességre volna szükségünk, akkor olyan elektronsöves segédkapcsolásokat kell alkalmaznunk, amelyek az egyik számjegyről a következőre való ugrások során az  $A_2-D_2$  elektródák szert kapacitását nagyobb árammal képesek feltölteni, mint amekkora a számlálócső kis sugár-árama maga. Ilyen kapcsolások az irodalomban nagy számmal vannak kidolgozva [4, 5]. Ezeket a 22 Mhz számlálási frekvenciát is el lehet érni.



sára a feszültség hirtelen felugrik, majd exponenciálisan csökken. A dekatroncsövek ki-vezérléséhez éppen alkalmas ez a jelforma, tehát felhasználhatjuk a következő dekadban lévő cső vezérléséhez.

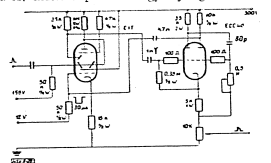
A cső felbontási idejét az az idő korlátozza, amely ahhoz szükséges, hogy az  $A_2$  anód feszültsége az 5/a. ábra u pontjának megfelelő feszültség értékről az a pontnak megfelelő feszültség értékéig változzon. Rövid átvételekkel ez kb. 25 nsec., ezáltal a cső teljes holt ideje gyakorlatilag 30 nsec., más szóval periodikus vezérlőjelek esetén 30 kHz az a maximális frekvencia, amelyet a cső még számolni képes.

### 4. Frekvencia-, fordulatszám-, idő- és sebességmérés

A frekvencia- és fordulatszám-mérés azonos elven történik. A mérés lényege abban áll, hogy ismert időtartam alatt megszámoljuk az ismeretlen frekvenciájú jel amplitúdó maximumainak számát [5].

A számlálócsövekkel megvalósítható frekvencia-mérő működési vázlatát a 10. ábrán látható. Az  $a$  egység 10 kHz-es kristály-oscillátor, a  $b$  egység erősítő, a  $c$  egység két kapuzóval ellátott elektronsöves, a  $d$  és  $e$  egység két azonos időközűtű számlálókör, az egyik mint frekvenciaszámláló dolgozik, a másik pedig időjelel számlálként.

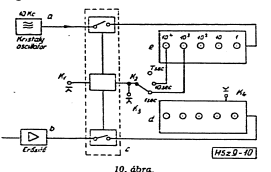
Az ismeretlen frekvenciájú jel az erősítő keresztül az elektronkapcsoló egyik kapuzójára, a 10 kHz-es időjel pedig az elektronkapcsoló másik kapuzójára van vezetve. Mindkét kapuzót a  $K_1$  indító kapcsolóval egyidejűleg működtet-



9. ábra.

hetjük. Az ismeretlen frekvenciájú jelet a  $d$ , az időjelet pedig az  $e$  számoló számlálója. A kapuzók nyitása után az  $e$  számláló negyedik számlálócsőve másodpercenként, ötödik csőve pedig 10 másodpercenként fog impulzusokat kiadni. Ezek az impulzusok a  $K_2$  kapcsoló állása szerint 1 vagy 10 másodperc múlva a kapuzókat lezárják. Az ismeretlen frekvenciát a  $d$  számlálóegységéről közvetlenül leolvashatjuk.

Ha a számlálási folyamatot hosszabb időn keresztül akarjuk végezni, akkor a  $K_2$  kapcsolót 7 helyzetbe állítjuk. Ilyenkor az elektronkapcsoló nem kap lezáró impulzust és a számlálás addig fog tartani, amíg a  $K_2$  kapcsolót vissza nem állítjuk a 10 sec állásra, ut. az ezután következő 10 másodperces impulzus a kapuzókat le fogja zárni. A  $K_2$  kapcsoló a számlálási folyamat megszüntetési időpontban való megállítására, a  $K_2$  kapcsoló pedig a számlálócsőve nullázására szolgál.



10. ábra.

Ha a számlálócsőveket a 9. ábrán látható egyszerű kapcsolással kötjük be, a mérhető maximális frekvencia 30 kHz.

Az időmérés szintén megvalósítható a fenti készülékkel, ez esetben a  $K_1$  és  $K_2$  kapcsolókat a mérendő időtartam elején és végén nyitjuk, illetve zárjuk.

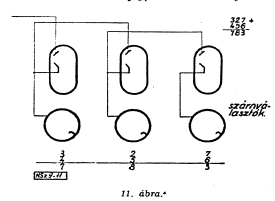
A sebességmérést időmérésre vezetjük vissza, és azt az időt mérjük, amelyre a mérő testnek (pl. lövedéknek) egy adott alapátváltásig megteszi a szükséges utat. Ilyenkor az alapátváltás elején a lövedék egy kapuzót nyit, ez az időosztályozót rákapcsolja a számláló-fokozatra, az alapátváltás végén pedig lezárja a kapuzót és az osztályozót jelet az alapátváltás elején és végén fotoelektronos vagy elektromágneses kapcsolókkal állíthatjuk elő.

#### 5. A dekatroncsőveket mint számlálóelemeket

A dekatroncsőveket a számláláson túlmenően magasabb számolási műveleteket is végezhetünk.

#### 5.1. Összeadó-kivonógép.

Az összeadógepet igen egyszerűen lehet megalkotni. A számjegyek bevitelére jól fel-



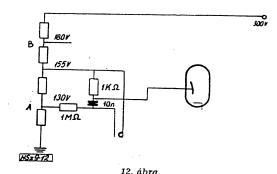
11. ábra.

használhatók a közismert telefon-számválasztók (telefonválasztók). Ez a számválasztó ugyanis a tárcsa visszaforgása alkalmával egy horzskapcsoló vonalban annyi rövidzárát hoz létre, mint amilyen számjegyet tárcsáztunk. Ezekkel a rövidzárak az aktuális dekatroncső vezérléséhez szükséges háromszög alakú impulzusokat előállítva, a 0-ra állított dekatroncső sugara a betárcsázott szám értékeknek megfelelő számjegyre tér ki. Ha az ehhez hozzáadandó számjegyet ezután ismét betárcsázzuk, akkor a sugárfolt az ennek megfelelő számjegyre fog tovább mozogni. Az esetben, amikor a két összeadandó számjegyek összege 9-nél nagyobb, akkor a dekatroncső foltja visszazugrik 0-ra, s ezzel egyidőben a következő dekadnak ad egy vezérlőjelet, majd innen számlál a tárcsával bevitt számjegyre szerint tovább.

Ha többjegyű számhoz akarunk hozzáadni többjegyű számot, akkor először az első összeadandó számot tárcsázzuk be dekadonként egy-egy számválasztóval, majd sorban a többi össze-

szedandót ugyancsak dekadonként, a 11. ábrának megfelelően.

A dekatroncsőveket vezérléshez alkalmas jeleket számválasztóval a 12. ábrán látható kapcsolással lehet előállítani. Az 1.  $M_1$ -es és a 1.  $K_1$ -es tárcsaelrendezésű kapcsoló a 10 nF kapacitású kondenzátort a számválasztó érintkező nyitott helyzetében kb. -20 V-ra tölti fel (a 155 V-os potenciálra vonatkoztatva). Amint a kontaktusok érintkeznek, az addig negatív töltéssel megterhelte kondenzátorról a 155 V-os potenciálra kerül. Ennek következtében a kondenzátorról áramlik ki kb. 10 nF-es töltés. A kondenzátor töltése kb. 20 V-os csúsfeszültséggel egy pozitív impulzus keletkezik. A kondenzátor töltése kb. 20 V-os csúsfeszültséggel egy pozitív impulzus keletkezik, hogy az impulzus az EIT cső vezérléséhez kedvező alakot nyerjen. Az érintkező zárása után csökken a kondenzátor töltése, az impulzus csúsfeszültsége kb. 10 nF  $\times$  10 nF = 10 nF, azaz kb. 10 nF-es töltéssel töltődik fel. Hasonló kapcsolást alkalmazhatunk a kb. 40 V amplitúdójú negatív polaritású kioldó impulzusok létrehozására, amelyek a művelet befejeztével a csőveket 0-ra állítják vissza.



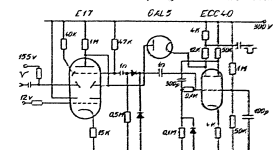
12. ábra.

Többdekádós összeadási művelethez is elegendő egy számválasztó, ha azt a számjegyek tárcsázása során egy kapcsolóval mindig a megfelelő dekadra kapcsoljuk.

Dekatroncsőves kapcsolásokkal kivonási műveleteket is végezhetünk. Ennek előfeltétele, hogy a csőveket fordított irányban is tudjunk számlálni. A 9-es számjegytől 0-ig ennek nincs semmi különösebb akadálya, csupán a háromszögletű impulzusokat negatív polaritással kell a  $G_1$  deflektor lemezeire rávenni. Jóllehet a csővek jobboldalán nincs visszatérítő segédanód, mégis meg lehet oldani a visszatérítést a negatív impulzusok negatív polaritással. Megpróbálkozhatunk ugyanis a  $G_1$  elektrodáról vezérlőimpulzust venni le egy visszatérítő billenőcső számára. Sikertörténet ez a kapcsolást megvalósítani, ut. a 0 számjegy elhagyása után a  $G_1$  áramfelvétele lecsökken (a nyálbél elhagyja a  $G_1$  elektrodát), ez a munka-ellenállás egy pozitív feszültségugrást hoz létre, amelynek nagysága elegendő egy billenőcs vezérléséhez.

Ez elv alapján szerkesztett kapcsolást a 13. ábrán láthatunk. Minden tízedik impulzus után a  $G_1$  elektrodán pozitív jel keletkezik, amelyet a billenőcs vezérlőáramára a diódás válogatón

szerveztünk. A kettős trióda első anódján előálló negatív impulzust használjuk fel arra, hogy az  $A_2$ - $D_2$  elektrodákat egy diódán keresztül a 9-es számjegyre tartozó 110 V potenciálra hozzuk. A számlálási folyamat ideje alatt a dióda lezár, ut. károsodás gyanújának össze-

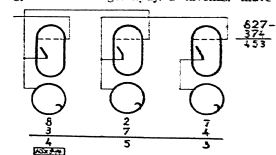


13. ábra.

van köve a kettős trióda első anódjánál, emellett 300 V potenciál van. Az EIT cső  $D_2$  deflektora viszont a 0 számjegyre maximálisan csak 240 V feszültséget ér el, ezért a számlálási folyamat során a dióda zárva marad és ezt a folyamatot semmiképpen sem zavarja.

A billenőcs a visszatérítő impulzus megjelölésére áttérít és a kettős trióda első rendszere áramvezetővé válik. Ennek következtében az anód feszültsége 300 V-ról 110 V-ra esik le, a dióda is kinyit és a dekaron fényfoltja a 9-es számjegyre ugrik. Az első trióda anódellenállásáról negatív négyzetjellek elvezetésével formális után ezek a következő dekadot vezérelhetik.

Mint említettük, a visszafelé való számlálás egyszerű lehetőséget nyújt a kivonási műve-



14. ábra.

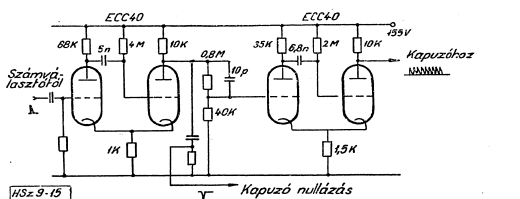
letek elvégzésére. Nézzük meg példaképpen a háromjegyű számok kivonását egymásból. Ennek egy módját a 14. ábra tünteti fel.

A dekadokat egy közös kapcsolóval előre-számlálás állásba kapcsoljuk. A dekadokat nullázzuk, majd dekadonként azt a számot tár-

csatlakoztatás, amelyből a kivezetést akarjuk vég-  
gezni. Ezután a dekadokat a közös átkapcsoló-  
val visszafelé-számlálásra kapcsoljuk át és a  
kivezetést szintén dekadonként visszük be a  
tárcsával. A számválasztó 12. ábrából A pont-  
ját ilyenkor a 180 V-os B pontra kapcsoljuk a  
közös átkapcsolóval avtgöb, hogy negatív po-  
laritású háromszög impulzusokat nyerjünk.

### 5.2. Szorzógép.

Az összeadás és kivonás előbb tárgyalt lehe-  
tősége módot ad magasabb műveletek elvég-  
zésére is. Vizsgáljuk meg a szorzás végrehaj-  
tását, a példa egyszerűsége kedvéért egyjegyű  
számok esetében.



15. ábra.

Először egy tárcsával bevisszük a szorzandó  
számot az első dekadra. Az elektronos  
analógon felállításának alkalmával az elemi szor-  
zásban azt kívánjuk, hogy minden szorzóim-  
pulzus egy olyan impulzuscsoporthoz oldjon ki,  
amelyben az impulzusok száma az előre meg-  
adott szorzandó számjegyének felel meg. Pl.  
az  $5 \times 8 = 40$  szorzási műveletben a szorzandó  
értéke 5, a szorzó értéke pedig 8 lévén, nyolc  
szorzó impulzust kell kiadni az eredményes felé.  
Ezeket az eredményfokozatra ve-  
zetve, ottan az eredménynek megfelelő 40-es  
értékre összegeződnek.

Az első feladat tehát abban áll, hogy miután  
a szorzandót egy csőre betárcsáztuk, a szor-  
zó bevitelével alkalmával minden egyes szorzóim-  
pulzus a szorzandó beállított számú impul-  
zust váltson ki és küldjön az eredményes felé.  
Ezt két lépésben végeztethetjük el. Függőlenül  
a szorzandó beállított értékétől, minden  
szorzó számválasztó impulussal először 9 im-  
pulzust oldunk ki. Ezek időrendi egymást követő  
úgy választjuk meg, hogy a csoport utolsó  
számjegye után kis időbeli távolságban követ-  
kezzék a szorzótárcsa következő számválasztó  
impulzusa. A szorzó számjegye által kiváltott

körben  $9 \cdot 10^{-2}$  sec. szélességű impulzus szüksé-  
ges.

Az első kör átbillenése alkalmával a második  
anódon egy pozitív impulzus keletkezik. A po-  
tenciálugrást egy feszültségosztón keresztül gal-  
vanikus úton a második billenőre vezér-  
láncához vezetjük. A feszültségosztó megfelelő  
megválasztásával a vezérlőlánc olyan messzire  
tolódik el a pozitív irányba, hogy a kör periód-  
ikusán kezd billegni. Az időállandók alkalmas  
mértékűsége révén el lehet érni, hogy a második  
kör az első kör átbillenési ideje alatt kilenc  
impulzust adjon ki, amelyeket formálási után  
a dekadtronsövek vezérléséhez használhatunk.

Valamennyi szorzó számválasztó impulzus  
után a továbbiakban tárgyalandó kapuzó kap-  
csolással szereplő második EIT csövet nullázni  
kell, mert a katódugár az utolsó megszámlált  
számjegyre lép. E végéből az első billenőkor  
impulzusait differenciáljuk és a keletkező im-  
pulzus pozitív részét leválasztva, a negatív rész-  
ket vezetjük az EIT cső első rácáira.

A kilences impulzus kapcsolásban kiváltott impulzus-  
csoporthoz az impulzuskapuzóhoz vezetjük. Mielőtt  
az impulzuskapuzó kapcsolásával foglalkoznánk, emé-  
keztünk arra, hogy az EIT számlálócső felépítését  
tekintve hasonló egy olyan katódugárhöz, amelynek

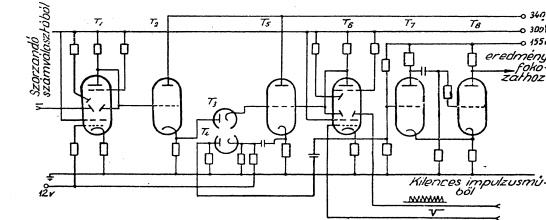
a katódugár kitéréséhez 10 stabil helyzete van. A ka-  
tódugár a vezérőimpulzusok hatására az egyik stabil  
helyzetből a következőbe ugrik át. A katódugár kité-  
rése az  $A_1-D_2$  elektródák potenciálsókekenésével függ  
össze. Az  $A_1-D_2$  elektródafeszültség ugyanis az egyes  
számjegyek esetében a következő:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
240	226	210	195	180	165	152	140	126	114

Az EIT számlálócsövek esetében az anód-  
feszültség és a számjelzés közötti fennálló össz-  
szegűség és a számjelzés közötti fennálló impulzus-  
kapuzót (T<sub>2</sub>) a 9-es impulzus fokozatból jövő

kapcsolt T<sub>2</sub>-es katód-fokozaton és egy RC tagon  
keresztül negatív impulzusokká alakítjuk. Eze-  
ket az impulzusokat egy T<sub>2</sub>-es és T<sub>3</sub>-es csővekből  
álló billenő fokozathoz a T<sub>2</sub>-es diódn keresztül  
vezetjük át. E dióda egy ellenálláson keresz-  
tül körülbelül 4 V-os előfeszültséget kap és  
ezért a billenőkor csak a T<sub>2</sub>-ről jövő számlá-  
lási impulzusok hatására fog átbilleneni.

A szorzótárcsa által kiváltott valamennyi új  
impulzuscsoporthoz megkezdése előtt az impulzus  
kapuzót (T<sub>2</sub>) a 9-es impulzus fokozatból jövő



16. ábra.

kapcsolásban használhatjuk ki. A T<sub>2</sub>-es szor-  
zandó számlálócső az impulzus kapuzó meg-  
határozó szerve.

A szorzandó számjegye befejezett előzetes ki-  
választása után álljon a T<sub>2</sub>-es szorzandó számlá-  
lócső például a 7-es számjegyen. Ekkor a másod-  
dik elterítőlemez (D<sub>2</sub>) potenciálja 140 V. Ezt  
adjuk a galvanikus kapcsolattal T<sub>2</sub>-es katód-  
csatlakozáshoz. A katódelemlés megfelelő  
mértékűsége esetén a trióda katódjánál lévő po-  
tenciál az első EIT cső  $A_1-D_2$  elektróda po-  
tenciáljának felel meg. A T<sub>2</sub>-es cső katódja és  
a T<sub>2</sub>-es kapuzócső D<sub>2</sub> deflektora között foglal  
a T<sub>2</sub>-es dióda helyét. E dióda közbeiktatásával  
által érjük el, hogy a T<sub>2</sub>-es cső D<sub>2</sub> elektródá-  
jának nem lehet negatívabb potenciálja, mint a  
T<sub>2</sub>-es szorzandó-cső második deflektorának. Ez  
azt jelenti, hogy a mi példánkban a második  
EIT cső a kilences impulzuskapcsolásból jövő  
kilenc impulzus hatása alatt csak 0-6-11 7-ig  
ugorhat. Minden további ugrást megakadályoz  
a T<sub>2</sub>-es diódaszakasz belépő vezetőképessége.

A potenciál ugrásokat a T<sub>2</sub>-es kapuzócső A<sub>1</sub>-  
D<sub>2</sub> elektródáiról egy további galvanikus

negatív impulzus segítségével kioltjuk. A T<sub>2</sub>-  
anódon megjelenő háromszögűre formált im-  
pulzusokat az eredményfokozat számláló cső-  
veire vezetjük, amelyek az impulzusok leszámlá-  
lásával közvetlenül az eredményt mutatják.

Ugyanez az elv alkalmas a többjegyű számok szor-  
zására is. Az eszköz kioldozott kapcsolási rajza az  
irodalomban megtalálható T<sub>2</sub>.

Cikkünkben képet szándékunk nyújtani a

dekadtronsövek kiterjedt felhasználási lehe-  
tőségeiről. Véleményünk szerint elővárásunk-  
nak teret kellene venni, hogy kidolgozza  
ilyen, vagy ehhez hasonló számlálócsövek hazai  
gyártását.

### Irodalom

- [1] Bónes-Brújcsics: Az elektronos fizikai alkalmazásai, Budapest (1952).
- [2] Simonov Károly: Műszervetemi Kézikönyv, 2. 177-178. (1948).
- [3] Barnesold, Philips Technische Rundschau, 16. 303-314. (1953).
- [4] Noske, Funktechnik, 10. 640-641. (1953).
- [5] de Jone, Communication News, 16. 33-36. (1953).
- [6] Pálfi, Elektronische Rundschau, 9. 138-139. (1953).
- [7] Pálfi, Elektronische Rundschau, 9. 177-202. (1953).

NEMET MIHÁLY  
MERNOK-SZDS.

## Vízszintes dipolantennával és függőleges antennával létesített összeköttetések

### 1. Bevezetés

A legutóbbi 10–15 év folyamán a 1,5–6 MHz-es sávban dolgozó rádióállomások száma és teljesítménye nagyon megnövekedett, és ennek következtében az a sáv szűkült. Különböző élel magyarázatra a zűzoltás, amikor az ionoszféra abszorbeáló D rétege el-tűnik és a több ezer km távolságban lévő állomások is megjelennének. A jelenlegi körülmények között az új-zsaki összeköttetések szükséges térerősséget nem az atmoszférikus és göpi eredetű zavarok szabják meg, hanem az interferenciából származók.

Az interferencia-zavarok csökkentésére az addálo-mások teljesítménynövelési hatásába kezdtek. Úgy lát-szik azonban, hogy ez a „wait-and-see” nem tudja az összeköttetések kellő megjavulását elősegíteni. A tel-jesítmény növelésénél ut. anyagi, másrészt és harcászati korlátai vannak, ezért az egyes adók teljesítmé-nyének növelése csak a többi állomás összeköté-deinek rovására történhet.

Az interferencia-zavarok csökkentésének egy lehet-séges módja, hogy lehetőleg minden adóállomáson olyan antennákat alkalmazzanak, amelyek kis távol-ságra létesített összeköttetések esetén a nagy távol-ságokhoz tartozó lapos zónák irányába nem sugá-roznak.

A következőkben kimutatjuk, hogy vízszintes dipol-antennán kiaszárított visszavert hullámokkal olyan térszórásnövekedést tudunk elérni, amilyen az adó-állomás teljesítményének növelése útján gyakorlatilag nem lehet megvalósítani. A vízszintes dipolantennák eszményi iránykarakterisztikájuk következtében nagy távolságban a függőleges antennákénál kisebb inter-ferencia-zavart hoznak létre. Ha a vízszintes dipól-antenna függőleges síkbeli irányítását többlemes an-tennák alkalmazásával még fokozzuk, akkor ezáltal még további javulást lehetne elérni, azonban ez utó-bbik alkalmazásának sok esetben harcazati akadályai vannak.

- Sík ionoszférát és görbe földfelszínt téte-lezzünk fel. Ez magában foglalja azt a fel-tevést, hogy a visszaverődés magassága független a beesési szögtől.
- A Föld mágneses terét és az ionoszféra csallapítását elhanyagoljuk. Amikor a két-főle antenna térszórását csak összehasonlítani akarjuk, akkor ez a közelítés nem okoz hibát.

c) Feltételezzük, hogy a hullám csak egy-szer verődik vissza az ionoszféráról.

d) Az üzemi frekvencia kisebb, mint a verti-kális beeséshez tartozó kritikus frekvencia.

A függőleges földelt antenna térszórának ki-számolásakor továbbá feltételezzük, hogy a tér-erő a  $\psi$  emelkedési szög cos-ával arányos.

A fenti feltételek teljesülése esetén a függőleges an-tenna visszavert hullámának térszórát a következő képlet adja: [1]

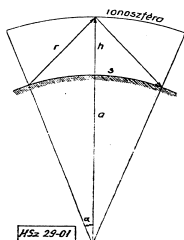
$$E (\mu V/m) = \frac{3 \cdot 10^5 \sqrt{P (kW)}}{2r (km)} \cos \psi$$

Az  $r$  és  $\psi$  értéket a Föld görbületét figyelembe-ve geometriai úton akár számítással, akár grafikusan meghatározhatjuk.

Az 1. ábra geometriája alapján az  $r$  és  $\psi$  értékre kapjuk [2]

$$2r = [2a(a+h)(1 - \cos \alpha) + h^2]$$

$$\psi = \arccos \left[ \frac{(a+h)(\sin \alpha)}{r} \right]$$



1. ábra. A visszavert hullám útját ábrázoló diagramm

A 2. ábráról leolvashatók a függőleges anten-nával létesített összeköttetések tulajdonságai, nevezetesen:

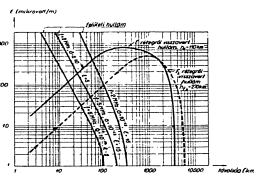
- A felületi hullám a frekvencia növekedté-vel rohamosan csökken.

Nómet: Összeköttetések vízszintes dipólat és függőleges antennával

39

- A visszavert hullám csak nagyobb távol-ságban jelentkezik kellő erősséggel, mivel a kis távolságokhoz tartozó meredek szö-

$h$  = az antenna földfeletti magassága,  
 $l$  = a hullámhossz azonos egységben mint  $h$ ,  
 $R$  = a talaj komplex reflexió tényezője,  
 $r$  és  $\psi$  jelölése az 1. ábra szerint.



2. ábra. 1 kW teljesítménnyel táplált függőleges antenna felületi és visszavert hullámának térszórása függvényében.

gek irányába a függőleges antenna keveset sugároz.

- Függőleges antenna alkalmazásakor közepes távolságokon (15–100 km) gyenge összeköttetést kapunk, mert ott a felületi hullám térszórása már kicsi, a visszavert hullám térszórása pedig még nem elegendő nagy.
- Az összeköttetést a talaj vezetőképessége befolyásolja.

### 3. Vízszintes dipolantennával létesített összeköttetések tulajdonságai

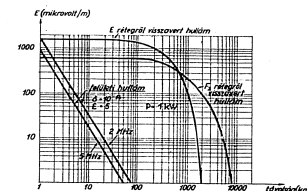
A vízszintes dipolantenna felületi és vissza-vert hullámainak térszórát a 3. ábra tünteti fel. Az ábra felvilágosítást ad a vízszintes dipólat létesített összeköttetések tulajdonságairól, nevezetesen:

- A felületi hullám térszórása a távolság növekedésével rohamosan csökken.
- A visszavert hullám térszórása 500 km-ig alig függ a távolságtól. Gyakorlatilag min-den távolságra a visszavert hullám térszórája domináns.
- Az összeköttetést a talaj vezetőképessége gyakorlatilag nem befolyásolja, csupán az ionoszféra állapota. Az összeköttetés frekvenciáját az ionoszféra adatainak figye-lembevételeivel kell megválasztani.

A vízszintes dipolantenna visszavert hullámának tér-erőjét a dipól tengelyére merőleges síkban az

$$E (\mu V/m) = \frac{2.15 \cdot 10^5}{2r (km)} \left[ 1 + R \exp \left( \frac{4\pi h}{\lambda} \sin \psi \right) \right]$$

képlet adja meg [2], ahol



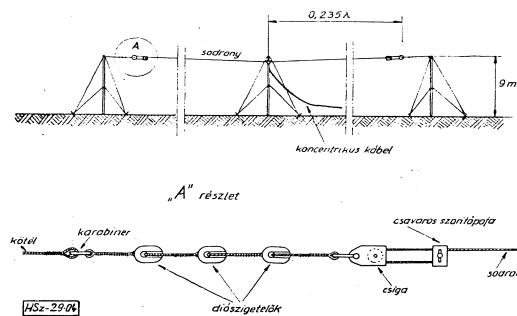
3. ábra. Negyed hullámhossz magasság elhelyeztetű víz-szintes dipól felületi és visszavert hullámának tér-erője a távolság függvényében. Az  $E$  réteg magasságán 110, az  $F_2$  réteg pedig 270 km. Teljesítmény: 1 kW.

### 4. Megvalósított dipolantennák leírása

Vizsgálatainkkal kapcsolatban többek között egy tábori dipolantennát és egy stabil Nagy-nyenkö-antennát készítettünk.

A tábori dipolantenna felhullámú volt. Táplá-lása a közepes RK–6 kábelrel történt. A dipól hosszának szabályozását a 4. ábra szerint csá-gával és szorítóval eszközöltük. Az antennához két sodrony készült: az egyik 2–3,7 MHz, a másik 3,5–6,5 MHz sávban volt (tetszőleges frekvenciára be szabályozható). A koncentrikus kábel a táplálások észrevehető aszimmetriát nem okozott, mert az antenna közepén feszül-tégszínvonal van. Feszültségminimummal levő pont pedig (a koncentrikus kábel külső köpenye révén) a szimmetria megbontása nélkül földel-hető. A tábori dipolantenna előnye, hogy az adó és a tápvonal közé szimmetrizáló transzformátor nem szükséges. A dipólt 3 db 9 m magas árboccon helyeztük el.

A Nagyenkö-féle dipól hossza  $2 \times 36$  m, átmérője 1 m volt. A dipólt 25 m magas an-tennákra függesztettük fel a földdel párhuzamosan, a tápvonal 800  $\Omega$ -os légvezeték volt. Az antenna 2,5–4 MHz sávban jól működött. Az adó anten-nájának aszimmetrikus kivezetése folytán szimmetrizáló transzformátort kellett alkalmaz-ni. Ez a transzformátor max. 1 kW teljesítmény-re készült, 2,5–5,5 MHz frekvenciasávval. A szimmetrizáló egység transzformátorból, kom-penzáló önműködőből és kapacitásokból állott. Az alkalmazott kapcsolás biztosította a jó illesz-tést a 600  $\Omega$ -os légvezeték és az RK–6-os kábel közt. Megjegyzendő még, hogy a szimmetrizáló transzformátort az állomás kezelőjének nem kell hangolni.



4. ábra. A tábori dipolantenna rajza.

### 5. A megvalósított dipolantennák térerősségméréseinek eredményei

A megelőzőkben említett antennákkal széles frekvenciasávban, nappal és éjjel egyaránt folytatott kísérleteket. A tábori dipolantennát 100 W teljesítményű adóra hangoltuk le. Ugyanakkor erre az adóra lehangoltunk egy 9 m magas botantennát és a két antenna térejét megmértük. Az eredményeket az I. és II. táblázatban foglaltuk össze.

Nappal mért téreőrősségek I. táblázat

Az antennatípus téreje (mikrovolt/m)										Távolság (m)
Tábori dipól					9 m-es bot					
3,13 MHz	4,03 MHz	4,73 MHz	5,13 MHz	5,73 MHz	3,13 MHz	4,03 MHz	4,73 MHz	5,13 MHz	5,73 MHz	
18	100	75	85	10	10	15	13			35
8	55	22	22	5	9	2	18			75
25	65	18	17	7	27	5	—			120
40	65	27	28	8	38	15	—			200

Éjszaka mért téreőrősségek II. táblázat

Az antennatípus téreje (mikrovolt/m)						Távolság (km)
Tábori dipól			9 m-es bot			
3,13 MHz	4,03 MHz	4,73 MHz	3,13 MHz	4,03 MHz	4,73 MHz	
400	300	350	35	58	25	35

A másik mérési sorozatban a Nagyenynökö-féle antennával foglalkoztunk. Ezt, valamint egy 18 m magas függőleges antennát, 1 kW-os adó-

Frekvencia (MHz)	Az antenna típusa téreje (mikrovolt/m)			
	Nagyenynökö		Függőleges	
	nappal	este	nappal	este
2,76	194	890	51	74
3,02	180	3130	32	195
3,63	202	1682	91	326
4,03	136	1040	273	130

hoz hangoltuk le. A téreőrősséget az adótól 35 km-re mértük. A téreőrősségek értékeit a III. táblázat mutatja.

### 6. A kísérleti eredmények értékelése

A kísérletekből kitűnik, hogy a dipolantennák lényegesen nagyobb téreőrősséget adnak, mint a függőlegesek. Eredményeink összefoglalásából azt is látjuk, hogy a dipolantennák nappal kisebb téreőrősséget adnak, mint éjszaka. Ezt a jelenséget a D réteg abszorpciójával lehet magyarázni.

A III. táblázat statisztikus értékelése alapján a IV. táblázatban közölt eredményeket kapjuk. A dipolantenna alkalmazása szerint 920 = 148

6,2-szeres átlagos téreőrősség-növekedést jelent; ez egyenértékű 38,5-szeres teljesítmény-növekedéssel. Meg kell jegyeznünk, hogy a közölt eredmények átlagcsúcsok tekinthetők és ezeket az 1954 júniusában folytatott kísérletek leírása óta is minden alkalommal reprodukálni tudtuk.

Osszefoglalásként megállapítható tehát, hogy a dipolantennák alkalmazásával teljesítmény-növekedést kapunk. Ez a körülmény lehetővé teszi, hogy kisebb adóteljesítményekkel dolgozzunk, a szándékos vagy véletlen zavarás ellen pedig eredményesebben küzdjünk.

### Irodalom

- [1] Szimirenyin: A rádiótechnika kézikönyve II. 473. Budapest 1953.
- [2] I. E. Haecke—A. H. Wayne, Proc. IRE, 26, 789, 790 (1946).

LAJKA LÁSZLO  
MERNOK-ÉZDS.

### A távbeszélő kisközpontok fejlődése

#### 1. Bevezetés

Egyértelműleg megállapítható, hogy a híradástechnika fejlődésében leginkább jellemző szempontként az átviteli mennyiségi és minőségi fokozására irányuló törekvés jelentkezik. Ez a két követelmény szabja meg lényegében a tábori híradás fejlődésének irányát is, azonban a szoroson vett mozgó, harcstéri hírszolgáltatásban a követelmények másképpen mutatkoznak, mint az állandó rendszereknél.

Az átviteli mennyiségi fokozása állandó körülmények között az átviteli csatornák számának növelésével ma már jól kielégíthető, mert ennek alapvető feltételei, mint pl. a sokcsatornás adók-vevők, közbenső erősítők, relézők stb. adva vannak.

Az átviteli minőségének megjavítására irányuló követelmény kielégülését korszerű alkatrészek, átgondolt rendszer-technika és jól szervezett karbantartás teszik lehetővé.

A tábori híradás területén a mennyiségi kérdés nemcsak a hírközlő csatornák számában, hanem elsősorban a teljesítmény átvitelben lép előtérbe. Ez a körülmény a vezetők és az átviteli berendezések esetében a nagy csatlakozásnak, rádióállomásnak és zaj viszony-

nak megjavításában mutatkozik, vagyis lényegében a hordozhatóság megőrzése kompromisszum mellett adódó feladatává válik.

Ugyanitt a minőség megjavítása a rendszer rugalmas technológiájának min. fokozottá válás következtében csökken.

A ma már számításba vehető adó- és vevő-készülékek fejlettségéhez képest, az átviteli berendezések minősége s a rendszertechnika fejlődése lemaradt. Ez a lemaradás a fokozódó követelményekkel még inkább nőni fog.

A hadműveletek időben és térben való gyorsabb lefolyása, a megnövekedett távolságok kényezere olyan átviteli és rendszertechnikai kérdéseket vetnek fel, amilyenek régebben nem jelentkeztek.

A következőkben a vezetékes híradás átviteli és rendszertechnikai problémáit szándékozunk kiemelni és megvilágítani folyóiratunk nyilvánossága elé bocsátani.

Átviteli berendezésben a jelen esetben mindazt értjük, ami az adó- és vevőkészülék között van, ilyen tehát a vezeték, a központ, az erősítő, a vevő berendezés stb.

A cikkben felajánlott képekkel szembe lehet vetni a hozzájárulást. (Szécsény)

[illegible]

A tárgyalásnak ezt a szétválasztó módszert az olasz nyelvészeknek kitett híradó műszaki berendezések üzembeiktatásával járó, közműtérben nagyüzemi nehézség indokolja. A minőség ezen a területen lényegében az egyszerű, egységes elemek és a könnyen rögzíthető, rendszerezhető elemek.

A felhasznált híradó műszaki elemek és egyben a telepített rendszerek számosságából is egyértelműen látszik, hogy a híradó rendszer *hordozható kisközpontokat* kell elsőként alkalmazni. Ezek, vagy a kapcsolók ugyanis egy rendszerben belül, vagy a különböző rendszerek egymás közötti összműködésében, a legfontosabb átviteli csomópontot jelentik.

[illegible]

Érdemes tehát az olyan korszerű kisközpont kialakításának kérdésével foglalkozni, amely az előzőekben felsoroltakat teljesíteni tudja, mert várható, hogy annak kidolgozása esetén elérhetjük a tábori híradás már említett ugrásszerű minőségi megjavulását.

E tanulmányban végigkísérjük a fejlődés legzetesebb típusait, majd azok értékeléséből egy következő közleményben meg fogjuk állapítani a korszerű kisközpontok harcászati-műszaki követelményeit.

## 2. A központi kapcsolók fejlődése

## 2.1. Általános megjegyzések

Mielőtt rátérnénk a fejlődés tárgyalására, előbb röviden tekintsük át a fejlődés során a híradástechnikában kialakult fontosabb gyakorlati tapasztalatokat.

a) A kisközpontok befogadóképessége a különböző hadseregekben általánosságban 10–20–30 vonal. Ez a kapacitás az osztály-ezred viszonylatban megfelelő. Visszatérő kívánság egy 5–6 vonalas kis kapcsoló bevezetése is, amely különösen a tüzérségnél, az útegek tüzvezető rendszerében hiányzik. A mai alkaltrész-súly- és méretadottságok figyelembevételével azonban a 10 vonalas kapcsolónál kisebbet készíteni az egységsítési törekvés miatt sem érdemes.

A befogadóképesség megadott határait a csapatkörlet számára rendszeresített kisközpontok esetében az adott szervezés szabja meg. Általában az osztály-ezred hírigenye irányokban: 3—5 az alárendelték, 2 a szomszédok, 1—2 az előjáró felé; ehhez járulnak hozzá a törzs és az együttműködés célját szolgáló összeköttetések. Együttvéve azonban a 10, illetve 20 vonalnyi kapacitás kielégítő.

b) Az egységfelszerelésekben általánosságban ezeket a típusokat rendszeresítik. Állandóslabb körülmények között eseténként két kapcsolt egység mellé állítással bővíthetnek.

Feltétlen kíváncsok mindamellett, hogy a már üzembelen lévő alapegység is, ha másképpen nem akkor néhány ún. közeli helyi állomással bővíthető lenne. Általános tapasztalat ugyanis, hogy a rendelkezésre álló kapcsolószekrények száma sokszor kevés, és ha hosszabb ideig áll a hírdeszter, akkor az igények rohamosan nőnek. Ezek a tények a modern hadviselésben még inkább fennállnak. Több vezérsi pont (tartálék hóp. stb.) van, s a szétszórásban működő egységek fele több hírrányra lesz szükség.

c) Egy másik kialakult és elfogadott tapasztalat, hogy a csapatkörletben egy kezelő nem tud 20 vonalas munkahelynél nagyobbbat kiszolgálni.

d) A jövőben még inkább számolni kell közbeső központok létesítésével. Ezekben az egyes áramkörök számára átfutó vonalszerelvényt kell biztosítani. Ez a megoldás jobb kihasználási lehetőséget nyújt, mert a vonal minden kapcsolás nélkül a két végpont között és közbekapcsolás-

e) A központ kezelőkészletéhez tartozó helyi telep számára biztosított szabványosított elhelyezésén kívül egy külső telep-szorítópart is alkalmazni kell abból a célból, hogy a rendszeresített teleptípus helyett, annak hiányában bármely más, hasonló feszültségű áramforrás is felhasználható legyen.

f) A kisközpont egységfelszerelése két fő által hordozható legyen. Ezt általános szabályként el lehet fogadni, mivel a váltott szolgálathoz legalább két fő beállítása feltétlenül szükséges.

## 2.2. A hívási rendszerek kialakulása

A különböző eddig használt kisközpont-típusok lényeges eltéréseit a hívómű és kapcsolóelemekben, illetve rendszerekben mutatnak.

Hívási rendszer szerint három fő típuscsoportot különböztetünk meg, ezek:

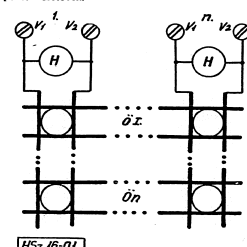
- a) zengőjeles (zúgójeles);  
b) induktoros;  
c) egységes hívású.

A **zúgó**, mint hívómű, hosszú időn át volt igen elterjedt, sőt egyes készüléktípusokban még ma is használatos. Számos előnyös tulajdonsága van: könnyű, s a rossz áramkörökön a hívást a leginkább hirtelen

A zúgó helyesen méretezett készüléknél közel 0-nívón 0,775 V-ot ad ki a vonalra, 500–800 Hz-es váltóáram formájában. Ebből vevőoldalon a fejhallgatóhoz, vagy más érzékelőhöz elegendő 0,7%-os beérkezése, hogy ott a hívás megfigyelhető legyen.

A mintegy 1 kg súlyú induktor max. 2–3 W teljesítményt ad ki 16 2/3 Hz perióduson. E teljesítményből a tábori vezetékanyag aránylag nagy ohmos ellenállásán keresztül a vevőoldalon legfeljebb 20–30 mW érkezik. Hosszabb vonalakon ezért az esőlemez, ill. a csengő működése bizonytalanná válik.

A zúgó jelzést alkalmazták a 10/15 M. ún. Pfeiffer-kapcsolók, továbbá a 22. M., valamint a 30 M. központok esetében.



1. ábra. Zúgó-fejhallgatás hipómű bekötése

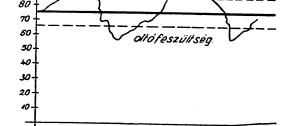
Az első két típusban, amely lényegileg azonos elven működött, hivatkozott minden áramkörhöz annak két ág: az egyiket külön fejjelgáz szolgált. A külön-ágú áramkörök hibája a számukra előre megadott alkalmasság hibában történt. Az állomás kezelése a kezelőnek tisztán hallás útján kellett a hívó állomás megkülönböztetni, ill. kiválasztani. Egyedben beüfűtött több hívás fogadása és kiszolgálása bizonyos gyakorlatilag kívánt (1. ábra).

Amikor a tábori híradásban a zúgóhívású készülékek mellett az induktorhívású rendszer is alkalmazásra került, akkor a kétféle rendszerhez kétféle központi kapcsoló kellett. Ez valóban így is volt, természetesen azonban a kettőség minden hátrányával.

Logikusan vetődött fel egy olyan *egységes hívómű* alkalmazásának szükségessége, amely lehetővé teszi mindkét rendszerre egységes kapcsolók beállítását.

Ilyen célra igen alkalmasnak látszott a ködfénylámpa (más néven glimmlámpa, parázsfénylámpa).

A kb. 70–75 V egyenárammal előfeszített lámpa a zúgó vagy az induktor felől beérkező váltóáramú jel csúcsfeszültségeinek hatására ionizálódik és fényleadást ad. A hívófeszültség 80–100 V maximumokkal szuperponálódik az egyenfeszültségre (2. ábra) s így

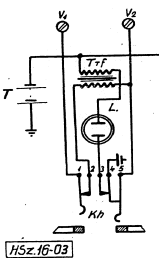


HSZ 16-02

2. ábra. Ködfénylámpás hívásjelző elrendezése.

A ködfénylámpa a hívomű transzformátorának ( $Tr$ ) szekunder tekercsével és a teleppel ( $T$ ) van sorba kötve (3. ábra), a hívó áram pedig a két vonalág közé kötött primertekercsből indukálódik át.

Amellett, hogy az egységes hívású rendszer egyszerű és érzékeny, az alábbi komoly hátrányai is vannak:



3. ábra. A ködlámpa működésének elektromos elve.

a) A lámpa nemcsak a szabályos hívásokra, hanem a csatlakozóvonal által behozott zavarokra is működésbe lép, s így a kezelőnek felesleges munkatöbbletet okoz. Ezen a hibán a hozzá-  
szárított csatlakozóvonalak és azokhoz külön-külön beállítható előfeszítésű szűrők használata sem segített. Az eredeti 30 M. körüli áramerősséget a módosított 39 M. központban a birta  
a csapat bizalmát megszerzeni.

b) További hátránya ennek a központrendszernek, hogy a jelzőlámpákhoz külön áramforrás szükséges. Ez növeli az egységfelépítés súlyát és a telepek utánpótlása is gondos jár.

Lényegében tehát ez az egységes hívás központ sem vált be. A tisztán inductoros rendszer pedig az inductorok akkori fejlettségi fokán (fennálló teljesítmények és súlyviszonyok folytán, valamint a vezetékanyag minősége miatt nem adott megnyugtató megoldást.

Ugrásszerű minőségi változás állott be a különböző speciális ötvözetekből gyártott korszerű mágnesek megjelenésével. Az inductorok egységű áramú és teljesítményű és a hívást érzékelő jelzőlámpa érzékenysége eddig volt fokozható, hogy a zűrgelzés a használatból teljesen kizorult.

Ma már szinte kizárólag a 4. ábrán vázolt vonalvezetvény, illetve hívó- és jelzőmód használata, természetesen több eltérő változatban.

Az esőlétes (H) a kezelő (K) 2-3. illetve 4-5 érintkezőjén keresztül a  $V_1-V_2$  közt van bekapcsolva, tehát nyugalmi helyzetben a hívás rézfut a jelzőmódra.

Hívás fogadásakor a kezelő (K) 2-3. illetve 4-5 érintkezőjén keresztül a  $V_1-V_2$  közt van bekapcsolva, tehát nyugalmi helyzetben a hívás rézfut a jelzőmódra.

Ugyanilyen helyzetben történik valamely külső állomás hívása is. Az inductor (I) tengely végére szerelt

érintkező rugók segítségével, az 1-2 érintkező megszakítja a beszélőáramot, az 1-3 záró érintkező pedig a hívást a vonatra adja át.

A vázolt elrendezés szerint a jelző lámpa és kimenő hívás közben leválasztódik, tehát felesleges sőtölő hatása nem mutatkozik, a saját inductorhívás pedig a kezelőkészlet felhívására nem jut rá. Ezen előnyökön túlmenően a kezelőeszköz szerkezetében a hívó (H) állást megalkaríthatjuk. Ezzel az egyelőre közismert kérdéssel éppen azért foglalkozunk itt kissé részletesebben, mert mint azt a későbbiek során látni fogjuk, ezt a kapcsoló helyzetet igen értékesen lehet más célra, pl. erősítő köbeiktatására is felhasználni.

### 2.3. A kapcsoló elemek

Azt mondhatjuk, hogy a hívó- és hívásjelző elemek fejlődésükben ma már hozzávetőlegesen elérték azt a minőségi szintet, amely kielégíti a korszerű követelményeket. A kapcsolási rendszerek és kapcsolóelemek terén azonban még több kérdés tisztázatlan.

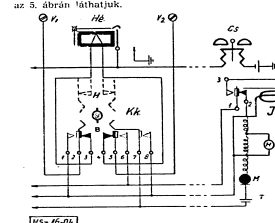
Kapcsolási rendszer szempontjából eddig az alábbi rendszerű kiakasztók alakultak ki:

- a) keresztlemes váltó áramú működő,
- b) összekötő áramú,
- c) repülő zsinór,
- d) zsinór-áramú,
- e) egyenlő zsinór,
- f) fókuszkapcsoló,
- g) nyomógombos.

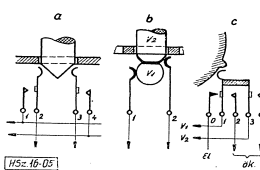
Ezekhez a típusokhoz a következő kapcsolóelemek tartoznak:

- a) egyszerű fadugó,
- b) csúszó érintkező,
- c) zsinóros jack-dugó,
- d) átvészoló kúls,
- e) fókuszkapcsoló,
- f) nyomógomb.

A különböző fajtájú kapcsolóelemek elrendezését az 5. ábrán láthatjuk.



4. ábra. Inductor-csengő hívómód elrendezése.

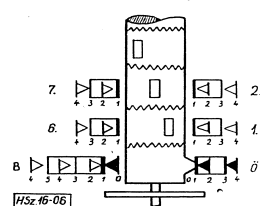


5. ábra. Kapcsolóelemek.

A Pfeiffer-kapcsoló keresztlemes váltójának csomópontjaiban az érintkező rugókat egy fadugó zárta (5a. ábra). Ugyanezt a nyomógombot a 22. M. kapcsolóban egy előszűrhető, a kúlsos központban pedig egy kétkarú emelő fejt ki.

A legáltalánosabban elterjedt kapcsolóelem, a jackdugó valamennyi zsinóros központnál felhasználják (5b. ábra). A kiakasztókban ennek legegyszerűbb, kéthuzalos formáját alkalmazzák. A fókuszkapcsoló lehet egy büttyös tárcsából összeállított henger, amelynek büttyei először a 5c. ábrán vázolt érintkező rugókra, majd egy körtárcsa, amelynek érintkezőin a kefék-rugók körben elfordítható.

A használatos fókuszkapcsoló egyik kivételének elrendezését a 6. ábra mutatja. A tengelyre



6. ábra. A fókuszkapcsoló mechanizmusa.

egymásután felrakott büttyös tárcsákat egymáshoz képest elfordítva szerelik össze, ezáltal a különböző állásokban más-más rugócsomag jut kapcsoló szerephez.

A nyomógombos érintkező nem egyéb, mint az átlapított keresztlemes váltó korszerű kivitele.

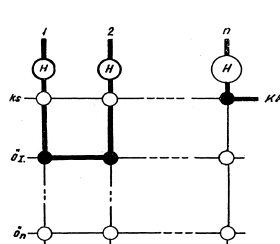
A vázlatos felsorolt kapcsolóelemek közül

a fokozott klimatikus követelmények miatt, tábori kiakasztóknál a fókuszkapcsoló, a nyomógomb, esetleg a kúlsókapcsolók vehetők számításba. Kizárólag ezekkel lehet zárt, vízmentes szerelvénylapot kialakítani.

### 2.4. Különböző kiakasztó típusok általános jellemzése

Az előzőekben említett hívó- és kapcsolórendszerek felhasználásával kialakított 8 különböző típusú kiakasztót a továbbiakban ismertetjük. E típusok egy része a régi hadseregben, illetve párhuzamosunkban rendszeresítésre vagy kipróbálásra került.

a) Pfeiffer-kapcsoló, mint arról már szó volt, a legegyszerűbb keresztlemes váltó elvű működő. Kapcsolása (7. ábra) a csomópontoknál bedugasztható



7. ábra. Zűrgelzés központ vázlatos működési elve.

fadugókkal történik. Kétféle kivitelben, 10 és 15 vonalat befogadó kapcsolókat használtak.

Hátránya a zűrgelzés jellegű és nehezen szétválasztható hívás rendszerén kívül, hogy vízmentes szerelvénylappal készült. Ezért a központ egyáltalán nem vízmentes, s így erősen áthatolható. E megoldásban, hasonlóan, mint a legtöbb eszekeztő áramkörök (H-), központ esetében is zavarólag hat, hogy a már felhasznált áramkörre a későbbi töltés újabb kapcsolót is rá lehetett.

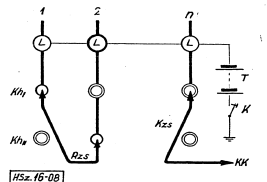
Hasonló megoldással, de természetesen sokkal korszerűbb kivitelben készült postai kiakasztók, független kezeléssel, inductor-csengő hívási rendszerben. Ezeknél az átlátszóság érdekében a méreteket megváltoztatták. Kétféle dugóval alkalmazva, kapcsolás alkalmazva a hívót fel tudták leválasztani, s így jelentős előnye csak az egyik jelző lámpa maradt benne a vonalban.

E rendszer nagy előnye a zsinór nélküli egyszerű kapcsolóelem. Ezt a megállapítást természetesen nem szabad általánosítani, a csak kiakasztókra tartjuk

érvényesnek. Nagyszámú előírt, több egymás melletti és multiplikatív munkahely esetén a dugós kapcsolás áttekinthetetlen volna.

b) A 22. M. központ teljesen hasonló rendszerben készült, de már függőleges szerelvényekkel. Kapcsolója az összekötő áramkörökre húzható csatlakozókkal történt. Ezek a kapcsolóelemek a függőleges vonal-sínekre voltak rögzítve. Lényegében az a kivétel sem küszöbölte ki a kezelési zavartok és az állhatatlanságokat.

c) A 30. M. egységcsatlakozó központ működését lényegében már a hívóművek tárgyalásánál ismerteltük. Kapcsolása a 8. ábra szerint történt. Egy-egy vonal-



8. ábra. Kódjelnyújtás központ üzleti működési elve.

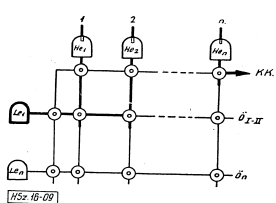
szerelvénybe a vezetéksorozatokon és villámvédőkön kívül még a jelző (bódító) lámpa és két kezelőhúzó van beépítve.

A feldolgozóhívó (KH1) használatakor a vonaltranszformátor lejárta után az alódnál azonban (KH1) jelzésnek céljára bennmarad. A kapcsolás repülőszórárt történik, a kezelő céljára pedig külön kezelőszórárt (Kzs) szolgál; ez a bódítóhívó a kezelést feleslegesen megnehezíti. A jelzőlámpák kioltása a feldolgozóhívóba való beépítéssel, vagy az anódcsatlakozókra kioltó megszakító kapcsoló (K) segítségével eszközölhető.

Egyéb, már említett hátrányaitól eltekintve ez a központi kapcsoló sem elégíti ki a vízmentesség követelményét. A repülőszórártok használatának időtartama elhanyagolható, hogy azok könnyen cserélhetők. Másrészt azonban kezeléskor mindig két kézzel van szükség és üzemben kívüli tárolásuk módja aletti gyors cserénél is nehezebb.

d) Kulcskapcsolású központ típusnál is próbálkoztak, amikor látták, hogy az egységcsatlakozó rendszer nem váltak be és a zsinórú megoldások vízmentesség szempontjából nem feleltek meg.

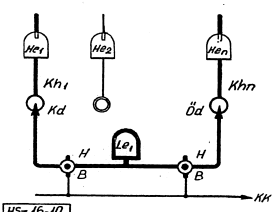
Az ilyen központ (9. ábra) felépítése ugyancsak keresztelvezetésű, de az összekötő áramkörök közötti kapcsolás a csatlakozókat elhelyeztetve érintkezőkapcsoló rugószerűen a kézi áramkörök működését kialszóló belső végére szerelt szigetelő henger működését. Ugyancsak a kulcsok kapcsoló állásban a hívójelzők (Hj) is lejárta után. Jelzésnek céljára minden összekötő áramkörön külön előismeret van (Le1, Le2, Le3, Le4, Le5, Le6, Le7, Le8, Le9, Le10). Az összekötő áramkörök kulcsai segítségével az előismeret állással két kapcsolás végezhető el. Így a felhasználó kulcsok száma csökkenthető ugyan, azonban egy ilyen kulcsos kapcsolórendszer elég áttekinthetetlen.



9. ábra. Kulcskapcsolású központ üzleti működési elve.

A kulcskapcsolású központ további hátránya, hogy valamennyi típus közül ennek kezeléséhez szükséges a leggyorsabb fogás.

e) A zsinór-áramkörös kapcsolás kiakadályozásokban nem igen jön számításba. Mint a vázlatos elrendezésből (10. ábra) is kitűnik, az aránylag egyszerű vonal-



10. ábra. Zsinór-áramkörös központ üzleti működési elve.

szerelvényekhez (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10) képest a zsinór-áramkörök elemi táblázatban vannak. Kis befogadóképességű központok esetében ez az aránytalanság nem is egyenlítő, a kis távoli központoknál ugyanis általában 100%-os kihasználási lehetőséggel bíró kapcsolóelemet kívánunk meg, más szóval egy 10-es központnál 5 zsinór-áramkört. Ez a központ méreteinek számított megnevezésének jelenti.

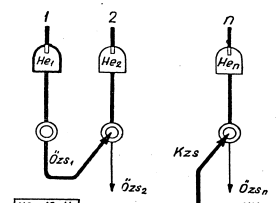
A beépített, illetve rögzített módon bekötött kapcsoló-áramkörök megalkotásánál esetén csak kisebb-nagyobb szerelési árak lehet cserélő.

A bővíteni más központokhoz, mint már említettük, rendszerint két kapcsolóelemek egymás mellé helyezése nélkül oldják meg. Az áttekinthetőség miatt ez csak hosszabb zsinórokra lehetetlen, ugyanis multiplikatív sávokat alkalmazni ilyen kis egységekben nem volna

észerű. A hosszú zsinórok alkalmazásának hátránya, hogy megnehezítik mind az alapállásban, mind távoli helyzetben azok elhelyezését, növelik.

Egyéb, mint a zsinór-áramkörös megoldás nagyobb központoknál és legalább részben védett helyen való használat esetén kifogástalannak mondható.

f) Az egyenlítő zsinórú kapcsolású központ (11. ábra) egyszerű, könnyen kezelhető, de minden más zsinórú központhoz hasonlóan páros, nedves behatásokra érzékeny.



11. ábra. Egyenlítő zsinórú központ üzleti működési elve.

keny. Ebből a rendszerben minden vonalszerelvényhez egy-egy kapcsolószórárt tartozik (Özs1, Özs2, Özs3, Özs4, Özs5, Özs6, Özs7, Özs8, Özs9, Özs10). A hívót (H) a hívóval (H) a hívó zsinórjának csatlakozóval kapcsolják össze.

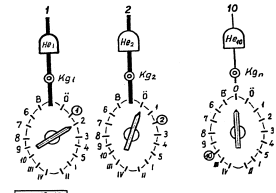
A kezelőhelyre kerülő kezelőszórárt (Kzs) tartozik, amelyet rugószerűen a kezelőgombokat. A kapcsolóállások beosztása különbözőképpen történhet. Cél szerinti azonban és a kezelést megkönnyíti, ha az 1-10-es és egyéb állásokat nem a körön, soros egymásutánban, hanem a 0 középpólástól jobbra-balra helyezük el. Ábránk egy ilyen elrendezést mutat.

A külső szerelvénylámpa jelzője a kapcsoló-állások jelzését és a kezelőgombokat. A kapcsolóállások beosztása különbözőképpen történhet. Cél szerinti azonban és a kezelést megkönnyíti, ha az 1-10-es és egyéb állásokat nem a körön, soros egymásutánban, hanem a 0 középpólástól jobbra-balra helyezük el. Ábránk egy ilyen elrendezést mutat.

A kezelőszórárt rákapcsolása bármely vonalra a B (beszélő) állásban lehetséges. A hívót kapcsolása a hívóval az O (összekötő) állásban történik; ez egyben a foglaltságot is jelzi. A hívót valamely állomás felé saját fokozatkapcsolójának a kért állomás, ugyan számára való ráfogtatásával kapcsolhatjuk.

Az I-IV. kapcsolóállások átkérő áramkörök, illetve az ún. központi állomások bekötésére szolgál. Minden kapcsolónál a saját számnak megfelelő állás számban marad, mert az állomást önmagával nem kapcsolhatjuk. Ezeket a szabad állásokat (1, 2, ..., 10.) összemultiplikálva kivesszük a kivételére egy felvett állomást köthetünk be.

Az elmondottak szerint tehát a 10 távolági



12. ábra. Fokozatkapcsolású központ üzleti működési elve.

vonali befogadására alkalmas központ további 5 központi állomással bővíthető. A központi állomások számára a központban nincs hívásjelző beépítve, ezek a kezelő előszobával utasítják.

A 10-es központhoz tartozik két darab 5x2-es kábel, megfelelő csatlakozó dobozzal. Ez utóbbi a vonalsorozatokon kívül tartalmazza a villámvédőket és a csatlakozó kábelék dugaszolható a központhoz.

A központ általános kapcsolási elrendezése a 13. ábrával magyarázható.

A beosztás (H) rá vannak köté a vonalak megfelelő érintkező rugókra, melyek üzem állásban zártak. Az egyes vonalak összekötő állása (O) a társ-kezelővel végig multiplikatív van.

A saját számnak megfelelő állásokat (S) kivesszük a felvett (F) állomások. Az I-IV. ábrák állásokat ugyancsak végig multiplikatív a szerelvénylap megfelelő sorozatpárára vezet ki.

A fokozatkapcsolású központ egy más megoldásban az összekötő állás (O) nincs meg, itt a hívó állomáshoz közvetlenül a hívó gombjának ráfogtatásával kapcsolható. E megoldásban a kapcsolóelem nem tünteti fel a foglaltságot. A hívó egy segítmény, hogy a külön kezelőkezelés állása van és ezekből a jelekből használják a hívót fel foglaltság-jelzésre. Ez ilyen célra nem jó megoldás, mert mind maga a foglaltság-jelzés, mind a jeleket utáni bontás külön, az azonos kezelőkezelésen kívül további tevékenységet is szül meg. Minden egyéb központi kapcsolónál ezek a szál-párhuzamos vonalok a kapcsolás, illetve bontás műveletek, tehát függetlenek a kezelő fedelektől.

Ita a kezelő a foglaltság-jelzés beállítására megfogózik, akkor újabb hívóval az harmadik vonalt is ráfogolhat a már fennálló összeköttetésre. Más-







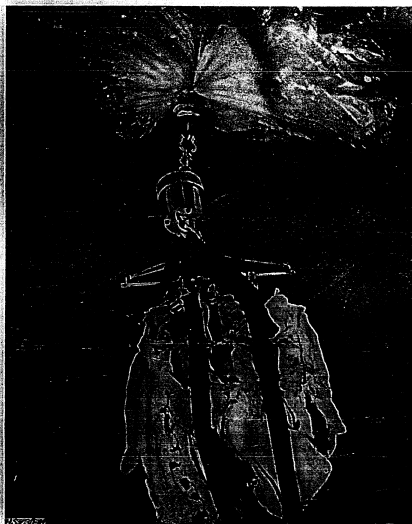
hidrogénnel töltött ballon súlya ezek szerint mintegy 400 kg, így módon az egész berendezés súlya 1150 kg körül van.

A földet ért léggömböt és tartozékait az 1. és 2. ábrákon látjuk. A 3. ábrán — nyilvánosságra hozott amerikai kép alapján — a léggömb indulásra való előkészítése látható.

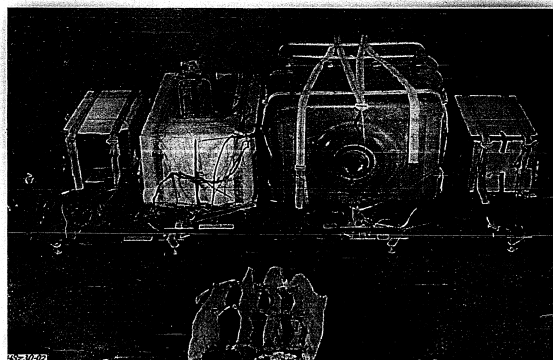
## 2. A léggömb utaztatása

A léggömbnek nincs hajtóműve, a légáramlat szállítja az áramlási görbék mentén. A szállítási körülményeiről az áramlási viszonyokat adó nyomástopográfiai térképek vizsgálata

nyújt felvilágosítást. Ilyen térképeket (4. ábra) az időjelző szolgálatok különböző magassági metszeteire készítenek. Nagy időjelző szolgálatok, kellő tapasztalattal szerelvényekkel képesek az áramlási viszonyokat egy héttel előre jelezni. Az egyhetes időtartam azonban csak az áramlási kép alapvető konfigurációjára vonatkozik, az áramlási görbék pontos helyzete egyik napról a másikra csak több száz kilométeres pontossággal adható meg. A szélességek a ballon szolgálati magasságban 50–200 km/h, orkán-catornáknál pedig 300–400 km/h nagyságrendűek.



1. ábra.



2. ábra.

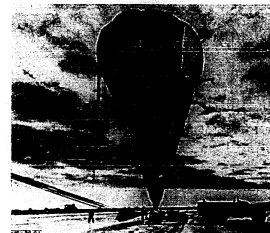
Az áramlási görbék és szélességek ismeretében megállapítható, hogy egy ballon 6 nap alatt képes a Nyugat-Európa, Kiev, Szverdlovszk, Tomszk, Peking, Tokió, összesen 12 000 km-nyi útvonal befutására. Megfelelő áramlási sebesség (orkán-catorna) felhasználásával a léggömb a fenti útvonalon két nap alatt is végig futhat, amint az a 4. ábra alapján is nyilvánvaló. Meteorológiai kutatások és statisztikai adatok szerint a nyugati szelek övét a 18 000 m-es magasságig kontinensünk felett állandónak lehet venni. Az időjárás helyzet jó kiválasztásával és jó előrejelzéssel lehetőség van arra, hogy a hibátlan ballon céljához érjen és alkalmas módon leihatható legyen.

## 3. Elektronikus berendezés

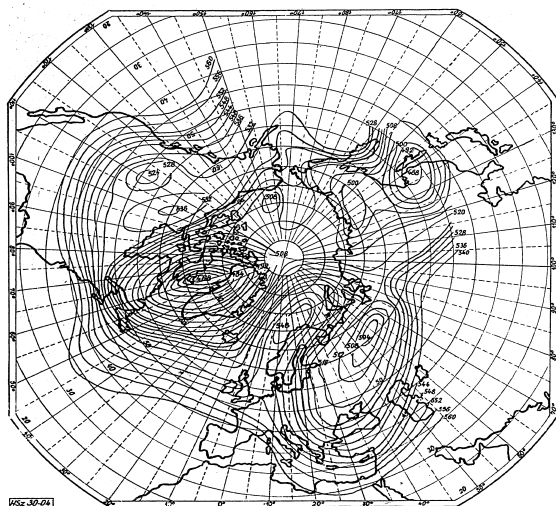
### 3.1. A léggömb utazása alatti funkciók vezérlése

A léggömb utazása alatti funkciók vezérlésére szolgáló elektronikus berendezés működési vázlatát az 5. és a 6. ábrákon mutatjuk be. A funkciók részben periodikusak, részben időzítettek, részben pedig magasságfüggőek. A vezérlő berendezés (6. ábra) időrendi sorrendben az alábbi funkciókat vezérli:

Indítás után mintegy 5–10 óra múlva az 1. kapcsoló bekapcsol és ez a kapcsoló biztosítja, hogy a ballon leszállása alkalmával működő magasságfüggő funkciók a felszálláskor ki le-



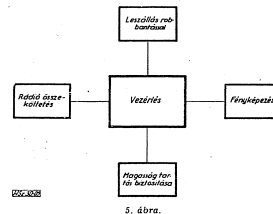
3. ábra.



gyenek iktatva. Az 1 időzített kapcsoló bekapcsolásától számított egy óra múlva kezd működni a 3 kapcsoló. Ez a kapcsoló alumínium-fóliákat robbant ki a lokátoros bemérés céljára. Ez ebben az időpontban lehetővé teszi az időjárásról és a napszaktól függetlenül a légömb tarozkodási helyének megállapítását.

A 3 kapcsolóval egy időben a 4 időzített kapcsoló üzembehelyezi a magasságtartás biztosító egységet. Ennek az egységnek feladata, hogy a légömböt az előre beállított szolgálati magasság alá ne engedje süllyedni. Ezt az 5 barometres kapcsoló, a 6 periódikus kapcsoló, továbbá az M3 barométer és hozzá kapcsolódó motor segítségével, vaspörögével éri el.

A 7 időzített kapcsoló az 1 kapcsoló bekapcsolásától számított két nap múlva lehetővé teszi a fényképező egység működését. Ezután a 8 periódikus kapcsoló a fényképező és egyéb berendezéseket 25 másodpercenként a ballonhoz viszonyítva 1,5 fokkal elforgatja. A 9 periódikus kapcsoló 6 1/4 percenként a fényképező egységgel felvett képet készíti. Egy-egy fényképezés közt a fényképezőgép a ballonhoz viszonyítva 22,5 fokkal fordul el. A fényképező egység csak megfelelő megvilágítás esetén készít felvételeket. A megvilágítást fényelem méri. A 11 időzített kapcsoló a fényképezés kezdetétől számított négy nap elteltével leállítja a fényképező egység működését, ennél fogva a fény-



képező egység csak négy napig készít felvételeket.

Az 1 kapcsoló bekapcsolása után három nappal a 10 kapcsoló a rádiók működését lehetővé teszi. Összevetve ezt az előbb elmondottakkal látjuk tehát, hogy a fényképezés a rádiózás előtt egy nappal indul, ami annyit jelent, hogy a légömb indítói az említett lokátoros méréseket követő három napon át a légömből további ér-

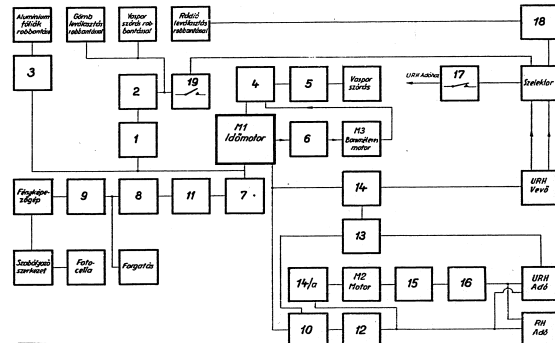
tesüléseket nem kapnak. Ez azonban még azt is jelenti, hogy e három nap alatt az az ország, amely felett a légömb halad, szintén nehezen tudja a légömböt felderíteni. Lokátorral ugyan nehéz észlelni, mivel a ballonnak kevés szigetelőanyaggal be nem vont fémfelülete van; a légömböt rádióval bemérni ilyenkor nem lehet, mivel saját rádió három napon át nem dolgozik.

A rövidhullámú adó 30 percenként a 12 periódikus kapcsoló segítségével 33 másodpercig hívójelet és 42 másodpercig mérőjelet ad. Az ultrarövidhullámú adó 15 percenként a 13 periódikus kapcsoló segítségével 60 másodpercen keresztül ad hívójelet, utána 14 periódikus kapcsoló 45 másodpercig vételre kapcsol, az esetleges leszállási parancsot várva. Mindkét rádió hívójelet az M2 motor működteti a 14/e, 15, és 16 kapcsolók segítségével.

### 3.2. A légömb leltársa.

A fentiekben leírt URH rádió vételi periódusa alatt lehet a vevőnek leszállítási parancsot adni. Erre a célra 15 percenként 45 másodperc áll rendelkezésre.

A leszállítási parancs hat számjegyű impulzus csoport. Ebből az első négy számjegyet a 45 másodperces vételi periódus alatt kell a földi



lehívó rádióadón letárolászi. Ha a négy számjegy a készülék beállításának megfelelő, akkor az URH rádió adásra vált át és ezáltal jelzi, hogy a négy számjegyet vette. Adás után a 17 hókapszó vételre vált vissza. Ettől kezdve a berendezés periódikusan adásra, ill. vételre áll és várja a leszállítási parancs utolsó két számjegyét.

A beérkező számjegyeket regisztráló berendezés kapcsolástechnikailag olyan megoldású, hogy az első négy számra beérkező téves vagy hibás szám vétele esetén az addig vett jeleket is érvényteleníti. Egyrészt ezáltal, másrészt a berendezésnek alkalmazott különböző frekvenciákkal lehetetlené teszi, hogy a léggömbből avatatlanként lehívassák. A leszállítási parancs utolsó két számjegyének elvétele már nem vonja maga után az első négy szám érvénytelenítését, tehát vételi periódusunként bármikor leadható.

A hat számjegy vétele után a vezérlőberendezés automatikusan kibocsátja a vaspornehézéses dobhoz fenekelt és robbantással szétválasztja a tartórudakat. Ezáltal az alsó tartórúd a rajta-függő fényképező és elektronikus egységgel ereszkedik le, az az ejtőernyők a szétválasztó kinyílnak. Ugyancsak a szétválás alkalmával egy kapcsoló mindkét adott bekapcsolója; ezek állandóan hívójelüket adják és így jelzik, hogy a leszállási folyamatban van.

Ha a leereszkedő berendezés a 6000 m magassággal jutott, akkor egy barometrikus kapcsoló robbantással ledobja az elektronikus egységet is. Ennek a megoldásnak az a célja, hogy a fényképező egység a végső állomáson nagyobb biztonságban érhesse földet. Abban az esetben, ha a léggömb valamilyen oknál fogva süllyedne, a vezérlő berendezés 4600 méteren a barometrikus segítségével lelassítja a fényképező és az elektronikus egységet; az ejtőernyők segítségével együtt leereszkedik a föld felé, miközben az adók állandóan hívójelüket adják. Ilyen leszálláskor az elektronikus berendezést a vezérlő egység nem robbantja le.

Ha a fényképező egység tengerre ereszkedik le, akkor az oldalra erőltetett tengeri vérszódó áramforrása a víz hatására aktiválódik és az adó a telep kimerültségéig periódikusan hívójelét adja. Minden berendezésnek 3 betűből álló hívójele van, amely ballononként és más és más. A tengeri vérszódók egyikeként: azonos frekvencián dolgoznak.

### 3.3. Áramforrások.

A teljes berendezést egy ezüstoxidos akkumulátor-telep táplálja. Ez a telep két részre oszlik, mindkét egység üzemi feszültsége 6 V. Az egyik egység 3 db párhuzamosan kapcsolt telepből, a másik egység pedig 1 db telepből áll. A párhuzamos kapcsolás telep névleges kapacitása 180 Aóra, a másik telep pedig 60 Aóra. Elektrolitként kaliumhidroxid oldatot alkalmaznak.

A tengeri vérszódó áramforrása egy 180 V-os anódelepből, továbbá két 6 V-os fűtőtelepből áll. Mint említettük, ezek a telepek folyadékkal való érintkezés hatására aktiválódnak. Az aktiválás után feszültségük cellánként 10 Ω-os terhelés esetén 1,05 V-ról indul és mintegy 3 óra eltelté után éri el a 1,35 V-os csúcsfeszültséget.

A vérszódó anódelepe 180 cellás, a fűtőtelepek egyenként 5 db cellából állanak. Ezek pozitív elektródája rézklorid, negatív elektródája magnézium, elektrolitoldozó pedig celulószűrő szolgál. Az anódelepek kapacitása cellánként 10 Ω külső ellenállás bekapcsolása esetén 2 Aóra. Az egyik fűtőtelep hasonló terhelésnél 4 Aóra, a másik 16 Aóra kapacitásának mutatkozott. Az aktiváló folyadék beemelését elzáró dugó működését 2 db sorbakapcsolt ezüst-klorid magnéziumelem végzi. Ezek cellánként 1,55 V feszültséget adnak 10 Ω ellenállással való terhelés alkalmával. Megjegyzendő, hogy ezek az elemek is folyadékkal való érintkezés hatására aktiválódnak.

Az áramforrások és fényképező egység működésének hirtelen bekövetkező elleni védelmére nagyszámú (500 db) desztillált vízzel töltött műanyagpalack szolgál.

### 4. Fényképező berendezés

#### 4.1. Fényképezőgép.

A léggömb legfontosabb funkciója a fényképezés. Minden egyéb funkció és berendezés közvetve vagy közvetlenül a fényképezőgép megfelelő körülmények közötti működésének biztosítására szolgál.

A vizsgált léggömbök felszereléséhez tartozó fényképezőgép lencséje Topogon-típusú, Metrogon márkájú. Ezt az amerikai szakirodalom igen jóminőségű mérőobjektívnek tartja. A lencse látószöge 73°21', gyújtótávolsága 6 hüvelyk (152,3 mm) körül van, az egyes példányoknál kis gyártási eltérésekkel. A lencse által érzékelt kirajzolt képméret 240×240 mm.

Figyelemreméltó, hogy a negatívot rögzítő ágyalapon egyeztető jelek vannak, ezek közül a gyújtótávolság századmilliméteres pontossággal megadott értéke is fel van tüntetve. Felvétel alkalmával ezek az értékek a filmre másolódnak. A gyújtótávolságnak és a rögzítő jeleknek ilyen pontossággal megadása csak mérőkameráknál szokásos. Eppen ezért, valamint a lencse minősége folytán is ezt a fényképezőgépet mérőkamerának tekinthetjük.

A lencse feloldóképessége 0,0016 mm, vagy ennél jobb. A mérés felő határát a mérésnél alkalmazott optikai berendezések minősége szabja meg. Ez a feloldóképesség kiválóan mondható és biztosítja, hogy a negatívanyag tulajdonságait a legvégsőig lehessen kihasználni.

A fényképezőberendezésben két lencse van: ezek optikai tengelye egymással 68°39' szöget

zár be. Ennek alapján a lencsepárral olyan felvételek készíthetők, amelyek közös részét függőleges tengelyűnek, szélső részeit pedig perspektívnek tekinthetjük. A lencsék ilyen elrendezése igen nagy terület felvételét teszi lehetővé és az így készített felvételt az azonos magasságból készített függőleges tengelyű felvételen ábrázolt területnek mintegy négyszeresét foglalja magában.

Mivel a ferde képhatás folytán a kép kiértékelhetősége fedés esetén nagyobb, mint a függőleges tengelyű felvétel alkalmával, ezért azonos pontosságra törekedve a kétfős ferdetengelyű felvétel során kb. hatszor akkora területet lehet egyetlen felvétellel felvenni, mint függőleges tengelyűvel. A kamera síkjában a nadirponttól számítva jobbra és balra 12 500 m-es felvételi magasságról 36 500–36 500 m, 20 000 m-ről pedig 58 500–58 500 m távolságon belül eső területek rajzolódnak ki.

A fényképezőgép pillanatárának expozíciós ideje 1/180 sec. Az alkalmazott negatív anyag igen expónál felvételeket lehet a földfelszínről készíteni.

#### 4.2. Film.

A fényképezőgépben használt filmanyag 380–700 m között érzékeny, más szóval pánfilm, amely szemcsészetét tekintve kifejezetten aerotípú. Emellett a film érzékenysége 23/10 DIN fok, vagyis az adott szemcsészettséghez képest igen jó minőségű. Az alkalmazott szűrő az 500 m-nál kisebb hullámhosszú kéksínű sugárzást teljesen kiszűri, vagyis alkalmas a légköri párásság kekes színének eltüntetésére. Anyaga alapján a film igen kiváló minőségű légi fényképek készítését teszi lehetővé.

#### 4.3. Nap-periszkóp.

A fényképezőberendezést, egy úgynevezett nap-periszkóppal egészíti ki. Ez a készülék arra szolgál, hogy segítségével a kamerának a vízszinteshez való helyzetét, valamint a Napnak a kamerához viszonyított helyzetét minden egyes felvétel alkalmával rögzíteni lehessen. A vízszinteshez viszonyított helyzet egy libella állásból, a Nap helyzete pedig egy lencserendszeren keresztül vetített és keskeny filmszalagon rögzített fénypontra elhelyezkedéséből állapítható meg. Ugyanezeker egy mágnesű osztása is a képre vetülődik, ebből meg lehet állapítani a kamerák tengelyének mágneses orientációját.

A libella pontossága 10 szögperc, a napmagasság meghatározásának pontossága ugyanennyi. Ha a legkedvezőlethebb esetben véve, a hibák összegeződnek, akkor a beépített órá adatainak pontosságát is figyelembe véve a ballon földrajzi helye a földrajzi koordináták szerint mintegy félfokos pontossággal határozható meg. A földrajzi hely meghatározás pontossága ugrásszerűen

megnövekszik az esetben, ha néhány jól sikerült és geográfai jól meghatározott pontot tartalmazó fényképfelvétel is van.

A nap-periszkóp adatait rögzítő keskenyfilm-berendezés kényserkapcsolatban van a kamerával, és azaz egyidejűleg működik.

#### 4.4. A felvételi technika néhány kérdése.

Már említettük, hogy a berendezés alsó része, vagyis a fényképezőkészlet a léggömbhöz viszonyítva forogt és pedig két fényképfelvétel közötti időben (0,4 perc) összesen 22,5°-ot, így az egyes képpárok a ballon előrehaladása folyamán hossztengeyűkkel egymáshoz viszonyítva szintén elfordulnak. Az egymás után következő felvételek által lefedett terület különböző sebességeken különbözőképpen alakul. Még akkor is, amikor a szélesség egyen nagy, számos terület kétsz, sőt hármas fedést, más szóval ugyanazt a helyet két-három különböző álláspontról készült, ferdetengelyű felvétel tartalmazza.

Ha a berendezés alsó része nem forog, akkor nagyobb szélességeken a képsorban kedvezőlenebb átfedés alakul ki, esetleg az átfedés a képek között a képsor közepén teljesen hiányzik. Az átfedés ténye biztosítja, hogy ha az egyik körülmények kedvezők, akkor 12 500 m-es magasságból a két mező jelentős részében hadászati, egyes részben pedig harcászati is kiértékelhető képpárok készüljenek. 15 000 m-es felvételi magasság esetében a lencse felbontóképessége lehetővé teszi az utak és dűlőutak kirajzolását.

A kiértékelés során figyelembe kell venni, hogy a felvételi a fényképek középső részén függőleges, a széleken pedig erősen ferde tengelyű. Emiatt a képek külső részén az esetleges dobhorzati miatt számottevő mértékű takarások (holt-terek) lehetőségek.

A lencserendszer tulajdonságai alapján képes igen jóminőségű felhőfényképek készítésére is. Ez esetben az egyes felhők magassági viszonyai is jól tisztázhatók, a képek egyes részeiben ki is mérhetők.

Felvetődik még az a kérdés: mi a valószínűsége annak, hogy a berendezésnek sikerül a földfelszínről fényképfelvételeket készíteni. A ballon útjában érint felhővel borított és felhővel nem takart területeket. A kiclonvettség területén a felhőzet általában nem teszi lehetővé a földfelszín fényképezését, azonban a különböző statisztikákból meg lehet állapítani, hogy a kontinensek felett az év borultság általában 0,5–0,6 érték körül van, tehát hosszú útvonalon (mint amilyen a ballonoké), legalább 30%-ra tehető annak a valószínűsége, hogy a léggömbből használható földfelszín-felvételek készülnek.

Ha a ballonokat egymás után fénypáns időközben indítják, akkor elcsúsz az az ellenvetés



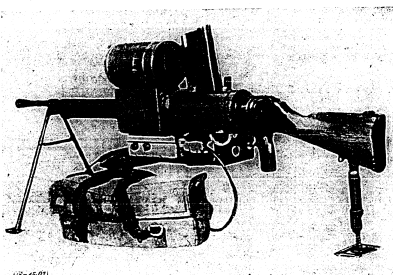


c) az okulár, amely a leképezett kép szemlélésére szolgál.

A készülék legényesebb alkotórésze a képalakítócső (6. ábra.) Ez tulajdonképpen egy fényelektronos cső, amelynek felépítése sokféle lehet, pl. az ábrán látható kékjelű. A infravörös fotonok a célszemélytől fényképező katódból elektronokat váltanak ki. Az elektronokat egy megfelelő elektrostatikus

jóllón létre, mert ez a berendezés teljesítményességének csökkentését okozná.<sup>13</sup>

Az elektronoptikai rendszer egy fénypótot foglal magában, ez a fluoreszkáló ernyővel együtt zártan működik. Ennekívül egy diafragma van még a képalakítócsőben; ennek feszültsége a katód — 17 kV-ja és árama között van. Az ilyen elektronoptikai rendszer gyűjtőelemeinek viselkedik. A katód alakja a torziós csökkenésére gömbözelet alakú. A katód csövet a 6. ábra mutatja.



7. ábra.

tér folyósítja, majd egy elektronoptikai rendszer alkalmazásával a katód elektronokból egy anódnak alkalmazzák fluoreszkáló ernyőre vetítik. A becsapódó elektronok foszforeszcencia jelenséget idéznek elő és így a katódon létrejött elektronok megfelelő látható kép áll elő, amelyet egy klasszikus távcsővel vizsgálnak.

Az infravörös távcső használata a képalakítócsőhöz függ. Ezért a fényelektronos réteg elrendezése igen gondos technológiát kíván. A katód társítása nátrómalattal egy vékony réteg réteget visznek fel, ezt a réteget oxidálják és üveg közbe rakják fel a további elzár. és célszemélyre. Az így készített réteg fény áteresztő és átlátszóssága 10–50 %/m, ha megvilágítása 2870 K-on izó wolframszálas lámpával történik.

A képalakítócső fluoreszkáló ernyője akkor megfelelő, ha az elektronos energiát nagy hatástokkal alakítja át fényenergiává. Az ernyő szennyeződéseknek finomságától függ a jó felismerőképesség. A foszforeszcencia-jelenség időállandóságának kicsinál kell lennie, különben a megfigyelt mozgó tárgyak világító csökeket hagynának maguk után és ezáltal a kép elhomályosodhat, töltődik elő. A foszforeszcencia anyag egy vákuumtérben van a célszeméllyel. Nem engedhető meg, hogy a két anyag között fúzzak, vagy kémiai reakció

Az infravörös távcső alakját, súlyát és méretét a katonai felhasználás szabja meg. A legkisebb ilyen készülékeket könnyű gyalogsági fegyverekre erősítik fel egy infravörös fényszóróval együtt (7. ábra.)

A német infravörös készülékek közül a 45–70 m hatótávolságú „Vampir” távcsövet az MD 44 karabélyra szerelték fel és célzott éjjeli tűzre használták. E készülék 127 mm átmérőjű fényszórójában 35 wattos izzólámpa van elhelyezve. Az észlelő berendezés 63 mm átmérőjű és 355 mm hosszú. A sugárzó és észlelő egységes súlya 2,5 kg. A berendezés táplálásához szükséges feszültségeket szolgáltató telepet egy hátizsákban helyezték el, ennek súlya mintegy 14 kg.

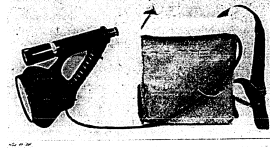
<sup>13</sup> A szinestetikus villanást jelölő a feltevések: 800 eV energiájú elektronok ütésén a felvilágítás 1–3 arányú fényrel. A fluoreszkáló szubsztancia színe, vagyis olyan, amelyre a szinestetikus ütés után a felvilágítás 100–1000-szorosra nő. A fluoreszkáló szubsztancia színe, vagyis olyan, amelyre a szinestetikus ütés után a felvilágítás 100–1000-szorosra nő. A fluoreszkáló szubsztancia színe, vagyis olyan, amelyre a szinestetikus ütés után a felvilágítás 100–1000-szorosra nő.

Ez a távcső alkalmaznak mutatkozott különböző járművek gyalogsági támadás elleni védelmére is.

Az „F. G. 12/50” készülék a Vampirhoz volt hasonló, de annál nehezebb kivitelben készült. E távcsővel járműre szerelt löveget láttak el. A sugárzó 200 wattos izzólámpáját a jármű áramforrása táplálta. Álló emberek 365 méterről még meg tudták a távcsővel különböztetni.

A „Zielgerät” a puskacélzó távcső helyére volt szerelhető. Az ilyen távcső lehetővé teszi, hogy a lövész néhány tucat méterről találatot érjen el.

Ehhez hasonló berendezés és hozzátartozóan hasonló hatótávolságú az amerikai „Sniperscope” készülék (8. ábra). Ennek összsúlya kb.



8. ábra.

8 kg volt. A második világháború idején a távcsövet nagy tömegben gyártották és alkalmazták. A berendezés áramforrása 3–4 órán át tartó megszakítás nélküli üzemet tett lehetővé. Az amerikai „Sniperscope” rövidtávú felderítésre volt szánva, felépítése hasonló volt, mint a „Sniperscope” távcső.

A franciák a háború alatt és után különféle infravörös célzóeszközöket dolgoztak ki könnyű, valamint nehéz gyalogsági fegyverek részére. A kisebbik típusú távcsőhöz 35 wattos reflektor tartozik (7. ábra.) A távcső látómezeje 15 fok, a reflektor sugárkúpja 8 fok, a nagytávolságú 150–200 m, az észlelő (reflektor, észlelő, telepek) 3 kg körül van. A nagyobb típus (összesúlya 8 kg, hatótávolsága elérte a 200–300 métert. Ez utóbbi berendezés golyószóróra van szerelve.

Éjjeli felderítés és fegyverek elolát szolgált távcsöveket (pl. a haditengerészetnél) fixen is beépítenek. Ezeknek mérete és súlya jóval nagyobb, mint az előzőekben említett készülékek.

Ilyen a német „Uhr” készülék, amelynek fényszórója 60 cm átmérőjű; az észlelő hossza 60 cm, átmérője pedig 25 cm. Ez a berendezés az Sd Kfr 251/20 fegyvertelen gépjárműre volt szerelve; az 5,5 kW-os fényszórót a gépkocsin

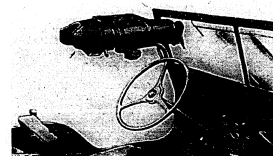
elhelyezett 8 kW-os generátor táplálta. A berendezés hatótávolsága közel 1 km volt.

A francia hadmérnök az egyesített sugárzó és észlelő készülékek több típusát dolgozták ki. Az egyik francia típus a távvezérelt sugárzója fűtő távcső. Ennek hatótávolsága 300–500 m, kétszeres nagyságú, a látómező 10 fok. A reflektor 10 m-ről oldal- és magassági irányban vezérelhető. A háromlábú állványra szerelt észlelő súlya 30 kg, a reflektort pedig 40 kg.

A másik típushoz az ún. erős nagytávcső tartoznak. Ma ilyenek rendszeresítve vannak a francia hadseregben. E távcsövek hatótávolsága 500–800 m, négyeszeres nagytávcső, a látómező 10 fok. Az észlelő egység a háromlábú állvánnyal együtt 30 kg súlyú. A fényszóró 45 cm átmérőjű, 250 W-os izzólámpával a tengelyben  $2 \times 10^6$  gyertyafény megvilágítást ad, és mintegy 25 kg-ot nyom.

Az infravörös távcsövek egy másik csoportjába azok tartoznak, amelyeket járművek éjjeli vezetésére használnak. A gépkocsi reflektorai le vannak fedve infravörös szűrőkkel, vagyis a távcsőhöz külön fényszóró nem tartozik. Ilyen célra szolgáló berendezés volt a német „Nachtfahrgerät” készülék, 100–200 m-es hatótávolsággal, valamint az ugyancsak német F. G. 12/52, jól távcső, amely a már említett F. G. 12/50-eshez volt hasonló. A „Futke” jármű el volt látva a vezetésre szolgáló, valamint célzó távcsővel is.

A francia hasonló rendeltetésű készülék szintén a jármű reflektorát használja fel. Hatótávolsága 100 m körül van, a távcső egyszeres nagyságú, látómezeje 30 fok, és mintegy 15 kg-ot nyom. (9. ábra.)



9. ábra.

Meg kell jegyeznünk, hogy a járművezetés szempontjából előnyös a binokuláris látás, azaz a vezető szemeként két szemmel szemlélődik. Az Egyesült Államokban, Franciaországban és Németországban egyaránt kidolgoztak infravörös binokuláris készülékeket. (10. ábra.)



Mindezen infravörös távcsövek működtetése során problémát jelent a képalkotócső üzeméhez szükséges nagyfeszültség előállítás. Már előzőleg is szó volt egy olyan képalkotócsőről, amelynek táplálásához 17 kV feszültség kell. Ez a feszültség egyes készülékeknél elérheti a 25 kV-ot is, ugyanakkor azonban a cső áramfelvétele mindössze néhány  $\mu\text{A}$  nagyságrendű.



10. ábra

A nagyfeszültség előállítására alkalmasak lehetnek az alábbiakkal táplált vibrátoros feszültségátalakítók kis elektromotorral hajtott generátorok, vagy pedig kisméretű elektrosztatikus generátorok. Van olyan angol készülék, amelynek nagyfeszültségű forrását gálytámlán (Zamboni-csőn) adja.

Kísérletűl infravörös távcsővel hatótávolságát vizsgálva az almozdonságtól kitűnik, nem haladja meg a néhány métert. Ezért csak a közeli tárgyak terápia (hűtés) és a megfigyelt tárgy közötti kontraszt csökkenése. Mészszírről nézve a színek ugyanis elmosódnak, a tárgyak azonos színűekké válnak. A nagyobb távcsövekkel 1 km-es távolságot is el lehet érni, de ehhez már nagy teljesítményű fényforrás szükséges. A fényforrás teljesítményének növelése általában csak a berendezések esetétől függően lehetséges, ahol a sugárzó táplálása viszonylag könnyen megoldható.

Meg kell még említeni, hogy az infravörös távcsövek közbén való alkalmazásakor a fellépő abszorpciót két féle szempontból kell számításba venni: a köd egyrészét gyengíti a terep megvilágításának erősségét, másrészét pedig a képalakítócső katódján létrejövő infravörös

A tárgyalvt felhasználásokon kívül meleg tárgyak megfigyelésére is készíthetünk távcsöveket. Ezek a testek 1  $\mu$ -nál nagyobb hullámhosszú, szemmel nem látható sugarakat bocsátanak ki magukból. Ilyen meleg tárgyak pl. a különböző repülőgépek kipufogók csövei. Ismeretes, hogy a hőerőgépek hatásfoka viszonylag nem

nagy és a felhasznált energia nagy részét hő-  
sugárzás formájában a környezetnek adják át.  
Igy pl. egy közönséges repülőgéppel 500 kW körül-  
teljesítményt ad át rendkívül meleg gázok  
formájában a légternek. A gépből távozó gázok  
által kibocsátott infravörös sugárzás felfede-  
zése azonban nehezegebbé ütközik, sokkal  
könnyebb a kipufogócső sugárzásának megfi-  
gyelése.

Ennek az a magyarázata, hogy a test sugárzása olyan hullámteremtőket tartalmaz, amelyeket a test el tud nyelni, ha kívülről sugárzás éri. A kipufogógázok általában olyan átlátszók, mint a száraz levegő és hőtartalmuk nem sugárzás révén, hanem kizárólag vezetés útján adják át környezetüknek

A képalkotókásával működő infravörös távcsövek harcászati-műszaki jellemzőinek megjavítása során két feladat adódik. Egyrészt növelni kell a hatótávolságot (az ellenséggel való távolságot), amelyen belül a készüléknek használhatónak kell lennie. Másrészt csökkenteni kell a berendezés súlyát és méreteit: ez megkönnyíti a mozgékonyaságot, megkönnyíti a szállítást, telenitést, kezelést.

A hatótávolság növelését a képalakítócsövek minőségének javításával lehet elérni. Ez egyenértékű feladatot a hasznos jel/zaj viszony növelésével, az érzékenységi küszöbérték csökkentésével, kisebb mértékben pedig – nagy hatótávolságú készülékek esetében – a felhőntöképesség javításával. A hatótávolság növe-

Ez azt jelenti, hogy növelni kell a reflektor fényerősségét. A fényerősség, mint ismeretes, a reflektor felületi világosságának és a reflektor felületének szorzata. A reflektor átmérőjét nem vehetjük tetszős szerint nagyobbra, mivel ezáltal a berendezés súlya megnövekedne.

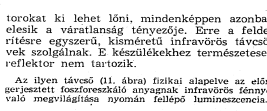
A hatótávolság megfelelően korrigált objektív és okulárok alkalmazásával is növelhető. Ezáltal javul ugyanis a kép tisztasága és ez ugyanazt jelenti, mintha a hatótávolság megnőne. Nagy fényerőjű optika alkalmazását a méretviszonyok korlátozzák.

Súlycsökkentést azadtál is, el tudunk érni, ha a képalakítókat fotokollidjának hasznos átmérője és a cső egész átmérője közti viszonyt minél nagyobbban választjuk. Ez azonos teljesítmény esetén csökkentti a burkolatot és a tartószerkezet súlyát. Kisméretű készülékek számára egyes amerikai források 11 cm hosszúságú és mintegy 4,5 cm maximális átmérőjű képalakítócsövet ajánlanak. Súlycsökkenés végül az eredménye a fényforrások infravörös hatásfoka megváltozásának is.

### 3.13. Kisméretű távcső mesterséges infravörös fényforrások felderítése

Az előzőekben tárgyalt infravörös távcsövek fontos kiegészítő egysége a fénycsúrral alkalmazott infravörös reflektor. Ez a sugárzó – teljesítményétől függően – a terepet néhány tucat méterrel néhány száz méterig terjedő távolságon belül világítja meg ugyan, azonban alkalmas észlelő készülékel a reflektor működése több kilométerről is már megfigyelhető. Ily módon az infravörös készülékek bevetésével tervezett támadást a megtámadott fél részéről idejekorán fel lehet deríteni, esetleg a reflektor

*Autal: Infravörðis suðrás*

11. *Abre*

Szemlencse alkalmazásával a megfigyelt tárgy infravörös képe látható kép formájában jelenik meg a pasztilla alakú foszforeszkáló anyagon. Az optikai rendszer úgy van megszerkesztve, hogy a távcső egyenes képet ad.

Ez az olcsó és kisméretű, néhány dekagramm súlyú készülék nemcsak az ellenséges infravörös fényforrást tudja kilométerekről észlelni hanem egyes újabb kis távcsöveknél is lehetőséges a nagy távcsőhöz hasonlóan kisebb távolságon az éjjeli látás. Ez a körülmény megnöveli e kis készülék harcászati fontosságát.

### 3.14. Távközlés infravörös sugarakkal.

A fényt ősidők óta alkalmazzák az ember hangerőt meghaladó távolságokon hírek tovább

<sup>11</sup> Ha pl. a cinkszulfidot ibolyántúli fénnel világítjuk meg, akkor intenzív látható fényt kapunk. Ez az ibolyántúli fény való megvilágítás megszűnése alkalmával kialszik, azonban az infravörös sugárakkal történt újabb megvilágítás után, továbbra is látható.

[illegible]

Még kell még jegyezni, hogy a foszforeszkálás hőmérsékletfüggő. A hőmérséklet csökkenése egyrészt a kontraszt erősödését eredményezi, másrészt pedig az érzékenységet csökkenti.

bitására. Kézenfekvő gondolat az infravörös sugarak távközlési alkalmazása. Itt nemcsak egyszerűen egyes infravörös fényjelek adásáról és azok vizuális észleléséről van szó, hanem egy sugárnyaláb modulálásának esetéről is, hasonlóan a rádiótelefóniaéhoz. Az infravörös sugarak kedvező tulajdonsága a rádióhullámokkal ellentétben, hogy természetes és mesterséges elektromágneses zavarok miatt érzéketlenek, továbbá az ellenség részéről nehezebben fedezhetők fel. Hátrányos sajátságuk, hogy füstön, ködön, felhőkön nem tudnak áthatolni, a rádióhullámok számára viszont ezek nem akadályok.

Az adás úgy történik, hogy meghatározott irányban infravörös szűrővel lefedett, kis hőmérsékletű tehetetlenségi lámpákból fényműanyagokat bocsátanak ki. Kivánatos a jeladó források emisszióját általában úgy változtatni, hogy az ad infravörös fénye könnyen le legyen szűrhető, megvilágítottázzon elvesszőhatáron, azonosítsa a környező jelek következtében változóan, arányosan egyének erősíthető. A moduláció végrehajtható forgó körökkel társa segítségével, de alkalmaznak közvetlen elektromos modulációt is.

Az infravörös nyálalbul lendolt jelzések fényellenállású elemekből álló, átlátszó ólom-szulfidfilmű cella). A készülék elektronikus szűrőszerve és valamint a szűrő átlátszó képalakítóknak segítségével észlelhető. A talliumszulfid cella igen jól megfelel az éjjeli vételre, de még alkalmasabb nála az ólom-szulfid cella. Ez utóbbi, amelynek érzékeny felülete mindössze  $0,027 \text{ mm}^2$ , rendszerint egy arabikusai reflektor gyújtópontjában van elhelyezve. Ez a 10–15 m távolságra álló objektumok fényét a cella érzékeny felületéig még képes észlelni. Az érzékenység fűtőszere fokozható, ha a cellát szénre jég-

az infravörös telefonia legnagyobb problémáját a sugárnyaláb modulációja jelenti. Jóllehet erre a célra többféle eljárást dolgoztak ki, azonban ez a probléma még mindig kielégítően megoldva. Az egyik ilyen eljárás a Kerr-hatás alkalmazásán alapul.<sup>12</sup> A Kerr-ellátás használatán igen nagy frekvenciájú és zavaroktól mentes lineáris modulációt tesz lehetővé, mivel a jelenségek időtartama  $10^{-12}$  sec nagyságrendű. Az ilyen modulációk segítségével ugyanazon az infravörös sugárnyalábon egyidejűleg több hírcsatorna hozható létre.

### 3.15. Infravörös zárak.

Az alkalmazás lényege, hogy egy infravörös sugárnyalábót idegen test közbehehelyezése megszakít és ennek következtében egy jelző- vagy riasztóberendezés működésbe lép. Előnyös hangfrekvenciával modulált sugárnyalábót használni, mert ezáltal a vétel egyszerűsödik; a vevőt előzőleg az adott frekvenciájára lehet hangolni. A vevő így a természetes szuprázással

<sup>12</sup> A talliumszulfid cella érzékenységi küszöbe 1,3 p-nál van. Elnöve, hogy azonos megvilágítás esetén a gyakraak alkalmazott szűzelőellenl, 20 000-zerre érzékenyebb, azonban érzékenységi küszöbe nem emelkedett.

kettős fénytörési jelenség. A Kerr-cella folyadékkal (célszerűen nitrobenzollal) töltött edény, amelybe kondenzátor lemezek merülnek. Ez az edény két Nicol-prizma között van elhelyezve. A fénysugár csak akkor tud áthaladni a priz-



Az eredmények igen érdekesek, de harcászati alkalmazhatóságukhoz egyelőre nem sok reményt lehet fűzni, a felvételhez szükséges tekintélyes idő (kb. 1 óra) és a készülék nagy terjedelme miatt. A nagy expozíciós időre azért van szükség, mert csak egy detektáló elem van, amely fokozatosan végigmegy a fényképezendő nagyhullámhosszú infravörös kép elemi pontjain. Ha a készülék időállandója 0,1 sec., akkor percenként csak 600 pontot lehet letapogatni.

Más volna a helyzet akkor, ha a készülékben annyi detektor-cella működne, mint amennyi a vizsgálandó pontok száma. Ezzel ilyen felvételre képtelenség eddigi hasonló eszközök mozaik-szerkezete azonban sokkal bonyolultabb volna amennyi, ezért a regisztrálható felvételek igen kicsinyek és ezért nem lehet katonai sugárnyalóban való letapogatást végezni.

Jóllehet a fényképező távcső mai formájában még katonai használatra nem alkalmas, azonban jó szolgálatot tesz a sugárzás természetének felfedezésében.

Közlönyünkben nagy vonásokban vázoljuk az infravörös sugárzás különböző katonai alkalmazásait. Úgy véljük, hogy e felsorolás alapján olvasóink meggyőződhetnek arról, hogy

az infravörös sugárzás felhasználásán alapuló készülékek nagy jelentőségűek és szerepük a korszerű háborúban igen kiterjedt lehet.

#### Irodalom

- [1] Takács: Infravörös hőképezés és hőképezés. Budapest (1954).
- [2] Zworykin—Hamberg: Photoelectricity and Its Application, 407—420, London (1949).
- [3] Williams, Rev. Sci. Instr., 19, 135—178. (1948).
- [4] Lecomte, Bayle, et al., Revue d'Optique, 34, 129—192. (1955).
- [5] Fleury, Revue d'Optique, 33, 489—520. (1954).
- [6] Angot, Mémorial de l'Artillerie Française, 29, 378—457. (1955).
- [7] German Infrared Riding and Fire Control Equipment, BIOS, LX.
- [8] Kfárk—Vand, Electronic Eng., 18, 316—322. (1946).
- [9] Campbell, Phil. Mag., 12, 173—185. (1931).
- [10] Brüssel: Physik und Technik der Ultrarotstrahlung, Hannover (1951).
- [11] Clark: Photography by Infrared, New York—London (1947).
- [12] Кунин: Инфракрасное зрение, Москва (1952).

PALÁGYI TIVADAR  
OKL. VEGYESZMERŐNK

## Radioaktív sugárzás közvetlen átalakítása villamos árammá félvezetők segítségével

### 1. Bevezetés

A radioaktív sugárzásnak közvetlenül villamos energiává való átalakítása terén a legelőször kísérletet Mosley [1] végezte, aki radon tartalmú gömböt függesztett fel vákuumban, és megfigyelte, hogy elektromosan töltött részecskék kibocsátása következtében 150 000 V potenciálkülönbség keletkezett. Linder és Christian [2] 368 000 V feszültségkülönbséget tudott elérni 230 millurie aktivitás  $\text{Sr}^{90}$ - $\gamma$  sugárforrás alkalmazásával, Mosley készülékének egy megváltoztatott változatát használva.

Kramer [3], majd újabban Ohmart [4] olyan készüléket szerkesztettek, amelyek hasonlítanak a galvánelemekhez, azonban elektróit helyett radioaktív sugárzásal ionizált gáz tart kapcsolatot a két eltérő fém-elektrod között. 1 V nagyságrendű elektromotoros erő esetében. Linder és Rappaport [5], valamint Coleman [6] olyan radioaktív áramforrásokat dolgoztak ki, amelyekben a vákuumban vékony szigetelőréteg helyettesítette.

Ezeket a módszereket egy korábbi közleményben [7] már ismertettük. A radioaktív sugárzásnak villamos energiává való közvetlen átalakítására jelenleg még két módszer ismeretes. Az egyikben termoelemek melegeit a sugárzás segítségével hevítik fel és így kap-

nak áramot. A Birden és Jordan által kidolgozott megoldásban [8] pozitívum által kibocsátott alfa-sugarak 40 db termoelement melegeit melegítik. Törődés nélkül állapítható a telep 0,75 V feszültséget tud szolgáltatói. Terhelhetősége 53 mA.

A másik módszer félvezetőben létesített p-n átmenetet használ fel a radioaktív sugárzásnak árammá való közvetlen átalakítására [9]. A félvezetőben — pl. béta-sugárzás esetén — minden egyes béta-részecske sok elektron-lyuk párt hoz létre: ezeket az egyenirányított átmenet erőre elmozdít, ezért az ilyen céljuk nagy energiájú béta-részecskék kis áramot képesek előidézni. Elektronok sokkal nagyobb árammá alakítják át. Optikai sugárzás — például a napfény — szintén felhasználható ilyen módon; a félvezető felületén elhelyezett szájában minden egyes elnyelt foton egy elektron-lyuk párt létesít. Az ilyen elv alapján működő úgynevezett napcellákat egy későbbi cikkben fogjuk megismertetni.

Az alábbiak során a félvezetővel készített radioaktív áramforrások főbb tulajdonságait és adatait írjuk le. Itt kitérő alkalmazás számíthat különösebb érdeklődésre. Az egyéni felhasználásban tartós feszültségforrást szolgáltatnak

a réteg-transzistorhoz hasonló eszközök számára. Az ilyen készülékek kielégítésére szolgáló céljak szerkesztése ma már megvalósítottak mondható. Egyetlen p-n átmenettel mikrovasi nagyságrendű energiákat lehet nyerni néhány tízed volt feszültség esetén, mérsékelt mennyiségű radioaktív anyaggal. Amikor az ilyen célra felhasználható sugárzó anyagok ma még aránylag drágák és csak nehezen szerzethetők be, valószínű, hogy ezen a téren a hazai atomreaktor üzembehelyezése után nálunk is jelentős javulás fog bekövetkezni.

A félvezető radioaktív áramforrások másik azámotó felhasználási területe a tisztítatlan vagy csak részben tisztított hasadási termékek radioaktivitásának nagy mértékben villamos energiává való átalakításával kapcsolatos. Itt mind a béta-, mind a gamma-sugarakat fel lehetne használni, de ehhez vastag sugárelnyelő védőburkolatra és nagy térfogatú félvezetőre volna szükség.

### 2. Az elem felépítése

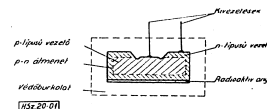
A félvezetővel készített radioaktív áramforrások tervezésekor az a fő cél, hogy egy megfelelő p-n átmenethez a lehető legközelebb a sugárzásnak minél nagyobb részét fogjuk fel. Ennek a feladatnak a sikeres megoldása a radioaktív sugárforrástól, utóbbiak a p-n átmenethez viszonyított helyzetétől, az egyenirányító átmenettől és a félvezetőtől függ.

A radioaktív sugárforrást tekintve a legfontosabb a sugárzás típusa, energiája, valamint hatótávolsága, továbbá az anyag aktivitása és felezési ideje. Hatótávolság az energia szempontjából azok az anyagok látszanak a legmegfelelőbbnek, amelyek csupán béta-részecskéket sugároznak ki; ezek esetében ugyanis nincs szükség vastag külső védőburkolatra, mert az ilyen sugárzást az anyagok nagymértékben elnyelik. (Pl. a 0,5 MeV energiájú béta-sugarak hatótávolsága germániumban mindössze 0,03 cm.) Egyes sugárzó anyagok megfelelő energiájuk, aktivitásuk és felezési idejük folytán ilyen célra kielégítő módon alkalmazhatók. A gamma-sugarak kibocsátó folyamatok révén béta-sugarak, utóbbiak pedig elektron-lyuk párok képződéséhez vezetnek. Bár gamma-sugarak jóval kisebb mértékben ionizálódnak, mint a béta-sugarak, nagyobb mértékben való üzem alkalmazásuk keresztülvihetők látszik. Az alfa-részecskék képesek ugyan elektron-lyuk párok létrehozására, azonban felhasználásuk kevésbé látszik célszerűnek, mert erősen megromogálják a félvezető anyag kristályrácsát.

Energia és hatótávolság szempontjából a nagy energiájú béta-sugárzás látszik kívánatosnak, azonban ezen a téren határ szab az az  $E_k$  küszöbenergia, amely már sugárzás károsodást idéz elő. Az ilyen természetes nehézség legrövidebbek egyik módja abban áll, hogy csak olyan béta-sugárzó anyagokat használjunk, melyeknek maximális energiája kisebb az  $E_k$  értéknél.

Ilyen eljárásnál elvileg jobb hatásfokot lehet elérni, mint olyan nagyobb energiájú sugárforrásokkal, amelyek maximális energiájú sugárelnyelő anyag segítségével kell az  $E_k$  küszöbenergia kisebb értékére csökkenteni. A későbbiek során ilyen elvű anyagok alkalmazására még visszatérünk.

Mint fentebb már említettük, a radioaktív anyagnak a p-n átmenethez viszonyított elhelyezése igen lényeges az elem működése szempontjából. A félvezető lemeze általában vékony rétegben viszik fel a radioaktív anyagot, és így utóbbi az átmenettel párhuzamosan helyezkedik el. A sugárforrás rétegvastagsága változó lehet; gyakorlatilag nem érdemes a béta-sugaraknak a radioaktív anyagban való hatótávolságánál vastagabb réteget alkalmazni. Az ilyen áramforrások egy gyakorlatilag megvalósított alakjának elvi vázlatát az 1. ábrán mutatjuk be. A p-n átmenet hasonlít a réteg-transzistorban előfordulóhoz, de lényegesen nagyobb annál; területe kb. 0,3 cm<sup>2</sup>.



1. ábra.  
Félvezető radioaktív áramforrás vázlatos rajza.

Jobb hatásfokú az olyan elrendezés, ahol a sugárforrás két félvezetőlap között van elhelyezve. Még hatásosabb működik az olyan telep, amelyben a radioaktív rétegek és a félvezetőlapok párhuzamos elrendezésben, váltakozva követik egymást; ez esetben lényegesen minden béta-részecske felhasználódik, és mind egyik átmenetet mindkét oldalról bombázzák elektronok.

Az elem optimális működése szempontjából a p-n átmenettel kapcsolatos legfőbb követelmények a következők: nagy legyen az átmenet sugárméretes állapotban mérhető  $R_{\text{ellen}}$  ellenállása és nagy legyen az elektronok, illetve lyukak diffúziójának hossza a p-típusú, illetőleg n-típusú félvezető rétegben.

A félvezetőt illetően a következők az optimális működés feltételei: nagy legyen a tiltott sáv szélessége, a béta-részecskéknek kicsi legyen benn a hatótávolsága, nagy legyen a rétehek képződését előidéző  $E_k$  küszöbenergia és kicsi legyen az az  $E_p$  energia, amely ahhoz szükséges, hogy a béta-részecskék elektron-lyuk párokat hozzanak létre.

A felsorolt tulajdonságok közül néhány kölcsönösen összefügg egymással. Általában kedvező, ha az elektronok és lyukak diffúziójának hossza nagy ahhoz a mélységhez viszonyítva,

amaddig a külsőben energiájánál kisebb energiájú béta-részecskék elnyelődnek. Előnyös, ha a tiltott sáv szélességének megfelelő  $E_i$  energia nagy, mert  $E_i$  szabja meg az elérhető cellafeszültség felső határát, és  $R_a$  is nagy abban az esetben, amikor  $E_i$  értéke nagy.

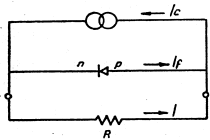
A leggyakrabban használt két félvezető anyag: a germánium és a szilícium összehasonlítása alkalmával azt látjuk, hogy a szilícium esetében  $R_a$  nagyobb, a germánium pedig azért előnyösebb, mert kisebb benne a béta-sugarak hatóhatósága, nagyobb az  $E_k$  külsőben energiája és kisebb az elektron-lyuk párok képződéséhez szükséges  $E_p$  energia. A szakirodalom szerint [10] a szilíciummal készített cellák a germániumos celláknál kedvezmény és feszültség szempontjából sokkal kedvezőbbnek bizonyultak, az  $R_a$  ellenállásuké döntő befolyása következtében.

### 3. Villamos tulajdonságok

Helyettesítő áramkör segítségével meg lehet határozni a cella feszültségét, áramát és teljesítményét. Az áramforrás adott  $I_c$  áram és  $R_a$  ellenállása ismeretében definiálni lehet a kinyerhető maximális energiát is.

Valamennyi olyan elektron-lyuk pár, amely a  $p-n$  átmenettől a diffúzió-hosszhoz viszonyítva kis távolságon belül keletkezik, lényegileg keresztül fog áramlani az átmeneten. A lyukak a  $p$ -típusú oldalra, az elektronok pedig az  $n$ -típusú oldalra áramlanak. Jeleljük az ezen áramlásnak megfelelő áramot  $I_c$ -vel. Mivel a  $p$ -típusú és az  $n$ -típusú oldal pozitív, illetve negatív töltésre tesz szert, az átmenet két oldala között feszültségkülönbség lép fel, ezáltal a félvezetőben  $I_c$ -vel szemben  $I_f$  jelölésű áram folyását idézve elő. Ennek megfelelően a külső áramkörben az  $I = I_c - I_f$  áram folyik.

A cella helyettesítő áramkörét a 2. ábrán mu-



2. ábra.  
Félvezető radioaktív sugárzású helyettesítő áramkör.

tajunk be. Ezen az  $I_c$  áramfolyású párhuzamosan van köté az egyenirányító átmenettel és az  $R$  külső terhelő ellenállással. E helyettesítő

<sup>1</sup>  $E_p$  értéke germániumra 3,5 eV, szilíciumra 3,6 eV.

áramkör segítségével sok hasznos közelítést lehet végezni, és olyan általánosításokat tehetők, amelyek egyes esetekben elősegítik az elem viselkedésének megértését.

A helyettesítő áramkörrel mondottak alapján felírhatjuk az alábbi egyenleteket:

$$I_c = I_f + I \quad (1)$$

$$I R = V \quad (2)$$

A  $p-n$  átmenetre fel lehet írni az alábbi áram-feszültség összefüggést [11], ha a félvezető ohmikus ellenállása elhanyagolható:

$$I_f = (kT/eR_a) [\exp(eV/kT) - 1] \quad (3)$$

ahol  $k$  a Boltzmann-féle állandó,  $T$  az abszolút hőmérséklet,  $e$  az elektron töltése és  $V$  a cellafeszültség. Az (1) és (3) egyenlet alapján a  $V$  cellafeszültség és az  $I_c$  áram között a következő összefüggés áll fenn:

$$(kT/e)(R/R_a) [\exp(eV/kT) - 1] + V = I_c R \quad (4)$$

Ebből a cella üresjárati feszültségét az alábbi egyenlettel adhatjuk meg:

$$V = \frac{kT}{e} \ln \left( \frac{e I_c R_a}{kT} + 1 \right) \quad (5)$$

A cellából nyerhető energia meghatározásához meg kell keresni azt az  $R$  terhelő ellenállást, amelynek alkalmazásakor maximális a

$$W = I^2 R \quad (6)$$

energia. Ekkor a  $dW/dR$  differenciálhányadosát kell megvizsgálnunk, amelynek értéke nulla a maximális energiának megfelelő  $R$  ellenállásnál:

$$dW/dR = I^2 \left[ \frac{2}{R} - \frac{R_a}{R^2} \right] = 0 \quad (7)$$

és ebből

$$\exp(eV/kT) - R_a/R = 0 \quad (8a)$$

továbbá

$$I_c = (kT/e) \ln(R_a/R) + (kT/e)(1/R - 1/R_a) \quad (8b)$$

Ez az egyenlet lehetővé teszi a maximális energiának megfelelő  $R$  ellenállás meghatározását  $R_a$  és  $I_c$  segítségével.

A cella ideális hatásfokát annak a felvevőnek az alapján vezethetjük le, hogy a félvezetőben nem következik be az elektron-lyuk párok rekombinációja, vagyis hogy a  $p-n$  átmenet a sugárzás által létrehozott minden áramhordozót összegyűjt. Ha egy elektron-lyuk pár létesítéséhez  $E_p$  sugárzási energia szükséges, akkor — mivel mindegyik elektron-lyuk pár  $e$  töltést hordoz — a sugárzás által létrehozott  $V$  potenciálkülönbség áll fenn, továbbá mivel a töltéshordozók  $1/I_c$  hányada folyik a terhe-

lesen keresztül — a hatások a következő egyenlettel fejezhetők ki:

$$\eta = (eV/E_p)(1/I_c) = eV^2/RE_pI_c \quad (9)$$

Ezeket a számításokat szilíciumra helyeztük, kb. 0,2 curie aktivitású  $^{90}\text{Sr}$ — $^{90}\text{Y}$  sugárforrásra alkalmazva, ha  $I_c = 10^{-4}$  A és (kb. 1 cm<sup>2</sup> felületre vonatkoztatva)  $R_a = 10^6 \Omega$ , akkor szobahőmérsékleten  $R = 2000 \Omega$ ,  $I = 81 \mu\text{A}$ ,  $V = 0,16$  V,  $W_{\text{max}} = 13 \mu\text{W}$  és  $\eta = 3,8\%$ .

### 4. Sugárzási károsodás

A félvezetővel készített radioaktív áramforrások élettartamát lényegesen csökkentheti az olyan sugárzás, amely a vezetőképesség megváltozását idézi elő. A káros sugárzás a cella hatásfokát elsősorban annak következtében rontja le, hogy a béta-sugarak által létrehozott áramhordozók rekombinációját idézi elő, még mielőtt ezek diffúzió útján eljuthatnának a  $p-n$  átmenethez. A sugárzás csökkentheti  $R_a$  értékét is. Ha a félvezetőnek a sugárforrással szembe fordított felületén  $n$ -típusú vezető, az átmenet egyenirányító képessége leromolhat annak következtében, hogy az  $n$ -típusú anyag részben  $p$ -típusúvá alakul át. Sugárzási károsodás nem következik be az  $E_k$  külsőben energiája alatti, utóbbinak értéke germánium esetében 0,63 MeV [12] szilícium esetében pedig kb. 0,3 MeV.

A félvezető rács szerkezetében előidézett sugárzási károsodás  $^{90}\text{Sr}$ — $^{90}\text{Y}$  sugárforrások germániumlemezre való közvetlen felvitelére esetén elég nagymértékű. Ha viszont olyan vastag elnyelő réteget alkalmazunk, amely elegendő a sugárzási károsodás teljes kiküszöböléséhez, akkor az elméleti hatásfok germánium esetében, cm<sup>2</sup>-enként 1 curie aktivitású izotópos alkalmazása esetén, kisebb  $10^{-3}$  %-nál. Ha az elnyelő réteg olyan vékony, hogy az izotóp bomlásával összemérhető sebességgel károsodást enged meg, akkor a hatások lényegesen nagyobb, de még ekkor sem haladja meg a  $10^{-3}$  %-ot. Itt nem vesszük figyelembe a rácsbéli különleges hőmérsékleten bekövetkező spontán megszűnését, amely feltehetőleg — legálább is részben — a béta-sugarak által előidézett helyi felmelegedés következménye. Ha a rácsbéli képződésnek sebessége nagyjából megegyezik a rácsbéli önként bekövetkező megszűnésnek sebességével, akkor az elem élettartama rendszerint lényegesen a kezdeti érték alá csökken.

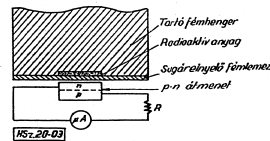
Avgébi, hogy a rácsbéli képződést teljesen megakadályozzuk,  $x = s_m - s_k$  vastagságú elnyelő réteget kell helyeznünk az izotópréteg és a félvezető közé, ahol  $s_m$  az  $E_m$  maximális energiájú elektronok,  $s_k$  pedig az  $E_k$  energiájú hatóhatósága.  $Y^{90}$  és germánium alkalmazása esetén  $E_m = 2,30$  MeV,  $E_k$  pedig — miként fentebb már említettük — 0,3 MeV. Figyelembe véve, hogy az  $Y^{90}$  által kibocsátott

elektronok átlagos kinetikus energiája 0,89 MeV [10], a teljes energiameennyiségnek  $2,8 \times 10^{-4}$  hányada hatol át az elnyelő rétegen. 1 curie/cm<sup>2</sup> fajlagos felületi aktivitású réteg esetében ez  $I_c = 2,5 \times 10^{-7}$  A erősségű áramnak felel meg, ha a sugárforrásnak csak az egyik oldalán van  $p-n$  átmeneti félvezető. Ha  $R_a$  értékét  $10^7 \Omega$ -nak vesszük (ez a germánium esetében elegendő általános), akkor az ideális hatásfok az elnyelő rétegen keresztülfutó elektronokra vonatkoztatva  $2,1 \times 10^{-3}$  %, az összes kibocsátott elektronra pedig — figyelmen kívül hagyva az  $Y^{90}$  által kibocsátott elektronokat —  $5,8 \times 10^{-4}$  %.

A sugárforrás energiájának tehát csak meglehetősen kis hányada hatol keresztül az elnyelő anyagban; az  $Y^{90}$  által kibocsátott elektronok közül nem jutnak el a félvezetőig azok, melyeknek energiája kisebb 1,78 MeV-nál. Az  $Y^{90}$  béta-részecskéinek maximális kezdeti energiája 2,2 MeV. Ez azt jelenti, hogy a sugárforrás egy adott pontjáról kiinduló elektronok csak akkor tudnak átlagos valószínűséggel keresztülhatolni az elnyelő rétegen, ha becsúsi szögük nem sokkal tér el a merőlegestől. Emellett az elektron útja a sokszoros szóráds következtében statisztikailag elég meghatározatlan irányú lesz, és így a teljes energiának a fentebb számított értékénél csak jóval kisebb hányada fogja elérni a félvezetőt.

Lényegesen nagyobb hatásfokot érhetünk el, ha kissé csökkentjük a rácsbéli képződést teljesen megakadályozó sugárelnyelő rétegvastagságot, mert a teljes energiának a félvezetőt elérő hányada erősen függ az elnyelő réteg vastagságától.

A 3. ábrán egy olyan kísérleti cella vázlatát mutatjuk be, amelynek segítségével tanulmányozni lehet a rácsbéli képződést csökkentő elnyelő anyag alkalmazási lehetőségeit. Ha sugárelnyelő anyagként 2,48 mm vastag alumíniumlemez használunk (ez a vastagság kb.



3. ábra.  
Sugárelnyelő bevonattal készített kísérleti radioaktív cella.

$20 \mu\text{g}$ -kal kisebb a rácsbéli képződés teljes megakadályozásához szükséges értéknél), akkor az alumíniumlemez keresztülfutó elektronok maximális energiája 0,94 MeV, és a teljes energiának  $3,3 \times 10^{-3}$  hányada hatol keresztül az

elyelő rétegen. Ebben az esetben az összes kibocsátott elektronra vonatkoztatott ideális hatások  $7,8 \times 10^{-5} \text{ A}$ , ha  $R_e = 10^2 \text{ } \Omega$  értékek tételezzük fel, és a  $\text{Sr}^{90}$  által kibocsátott elektronokat figyelmen kívül hagyjuk.

A felvevő radioaktív energiaforrások szempontjából a szilícium a germániummal előnyösebbnek látszik, mert az átmenet  $R_e$  ellenállása a szilíciumban nagyobb, és ennek következtében utóbbival nagyobb hatások érhetők el. A szilícium esetében viszont kb.  $0,3 \text{ MeV}$  energiájú elektronok már sugárzási károsodást idéznek elő, más szóval a nagyobb  $R_e$  érték által szolgálított előnyt korlátozza az alacsonyabb  $E_s$  küszöbenergia-érték.

A 3. ábrán bemutatott kísérleti cella olyan módon készíthető el, hogy az izotóp anyagot kb.  $5 \text{ mm}$  átmérőjű körön belül vékony réteg alakjában felvisszák a tartófelületre; az említett  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforrás alkalmazása esetén kb.  $0,05 \text{ curie}$  aktivitású anyagmennyiség elegendő. Ebben az esetben, ha az izotópot karbonát alakjában alkalmazzuk, az izotóp súlya kb.  $0,025 \text{ g}$ , ami  $4 \text{ curie/g}$  fajlagos aktivitásnak felel meg. Az izotóp réteget  $0,37 \text{ mm}$  vastag alumíniumlemezzel takarva le, a  $\text{Sr}^{90}$  által kibocsátott elektronok legnagyobb része elnyelődik, és az  $\text{Y}^{90}$  béta-sugárzásának is csak egy kis hányada — kb.  $16\%$  — hatol keresztül a fémlemezre.

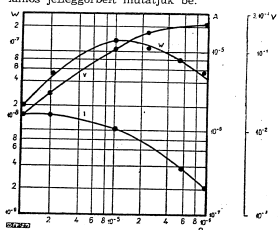
#### 5. Az elemkészítés néhány gyakorlati kérdése

A szilícium-cella  $p$ – $n$  átmenete olyan módon állítható elő, hogy  $p$ -típusú szilíciumba Fuller [13] módszerével litiumot diffundáltunk be. Ha a felvevő-társa vastagsága kb.  $0,5 \text{ mm}$ , és a megfelelő módon készített  $p$ – $n$  átmenet kb.  $0,02 \text{ mm}$  távolságra van a szilíciumlap felületétől, akkor az elnyelő fémlemez keresztülhataló béta-sugárának kb.  $60\%$  a jut el az átmenethez. Ez esetben az átmenetet előző elektronok energiájának kb.  $25\%$  a nyelődik el — a visszaszóródást figyelmen kívül hagyva — az átmenettől számított egy diffúzióhossznyi távolságon belül. A  $p$ -típusú szilíciumban az átmenet készítése előtt a lyukak diffúzióhossza kb.  $0,2 \text{ mm}$ .

Pfann kísérletei szerint [10] egy ilyen cella kb.  $1,2 \times 10^4 \text{ } \Omega$  terhelés ellenállás alkalmazásakor  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $6,15 \times 10^{-4} \text{ W}$  maximális energiát szolgáltatott. A maximális energia  $\sim 1 \text{ }^\circ\text{C}$ -on  $0,2 \times 10^{-4} \text{ W}$ -ra növekedett, kb.  $2 \times 10^4 \text{ } \Omega$  ellenállás-érték esetén.

A hőmérséklet csökkenése kétéle az miatt növelheti a cella által szolgáltatott energiát: egyrészt  $R_e$  növekedése által, aminek következtében megnő az elem feszültsége, másrészt a diffúzióhossz megnövekedése által; ennek révén megnő a cella árama, mert növekszik a  $p$ – $n$  átmenet által összegyűjtött áramhordozók szá-

ma. A 4. ábrán egy ilyen szilíciumos cella villamos jelleggörbéit mutatjuk be.



4. ábra. Szilíciumos radioaktív cella villamos jelleggörbéi.

A germániumos cella  $p$ – $n$  átmenete legegyszerűbben kristálynövesztéses eljárással [14] állítható elő. Ha az  $n$ -típusú réteg vastagsága az előbbi  $1 \text{ mm}$  helyett  $2 \text{ mm}$ , akkor a felvevőlap felületétől, továbbá ha az  $n$ -típusú, illetve a  $p$ -típusú rétegekben a diffúzióhossz kb.  $0,6 \text{ mm}$ , illetve kb.  $0,3 \text{ mm}$ , akkor az elnyelő rétegen keresztülhatoló béta-részeknek mintegy  $90$  százalékát gyűjti össze az egyenirányító átmenet, és az átmenethez eljutó elektronok energiájának kb.  $40$  százaléka nyelődik el az átmenettől számítva egy diffúzióhossznál kisebb távolságon belül.

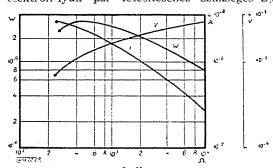
A cella maximális energiája  $3,3 \times 10^{-3} \text{ W}$ , tehát jóval kisebb, mint a szilíciumos celláé; ez a jelenség a germánium kisebb  $R_e$  ellenállásának tulajdonítható. Ha az  $n$ -típusú réteg vastagsága az előbbi  $1 \text{ mm}$  helyett  $2 \text{ mm}$ , akkor a cella maximális energiája  $2,2 \times 10^{-3} \text{ W}$ -ra, vagyis az előbbi érték  $1/15$ -öd részére csökken. Ha nem az  $n$ -típusú, hanem a  $p$ -típusú réteget van legfeljebb, akkor a hatások tovább romlik, mert ezen az oldalon kisebb a töltéshordozók diffúzióhossza. A környező hőmérsékletnek  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra való csökkentése a maximális teljesítményt  $0,8 \times 10^{-3} \text{ W}$ -ra növelte. A 5. ábrán egy ilyen germániumos cella villamos jelleggörbéit láthatók.

Pfann [10] kísérleteiben a béta-sugarak átlagos energiája kisebb volt ugyan az  $E_s$  küszöbenergiától, azonban mind a szilíciumos, mind a germániumos cella esetében voltak jelen nagyobb energiájú elektronok is, és így kisebb képtelenség kellett számolni. A szilíciumos cella rövidzártási árama két nap alatt valóban kb.  $45\%$ -kal csökkent; azonban szobahőmérsékleten beengrozott állapotban  $5$  héttel tartó állás után a rövidzártási áram a kezdeti érték  $62\%$ -ára nőtt, és  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ -on tovább  $24$  óra hosszat tartó hevítés hatására visszanyerte kezdeti értékét. Ezen eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy ilyen beugrási erős-

vággal az összegeződő sugárzási károsodást meg lehet akadályozni  $110 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékleten végzett, időnként megismételt iztázis, vagy magasabb hőmérsékleten való üzemeltetés útján.

#### 6. Felhasználható radioaktív sugárforrások

A felvevő radioaktív áramforrásokban felhasználható anyagokat a béta-sugárzás energiájának a felvevőben való elnyelődési mértékével lehet jellemezni. Ennek az értéknek az egy elektron-lyuk pár létesítéséhez szükséges  $E_s$



5. ábra. Germániumos radioaktív cella villamos jelleggörbéi.

energiával való osztása révén a  $p$ – $n$  átmeneten keresztüláramló töltéshordozók számát kapjuk meg, feltételezve, hogy az átmenet az összes képződött elektron-lyuk párt összegyűjti. A cella áramát az izotóp aktivitása, valamint az izotóp energiájának a felvevő számára átadható hányada szabja meg.

Ha vékony izotóp-réteget alkalmazunk, akkor az önbeszóródó elhanyagolhatónak tekinthető, és a kisugárzott béta-energiának lényegileg a fele nyelődik el az izotóp egyik oldalán levő felvevőben. A felvevőtől bomló elektronoknak mintegy  $40$  százaléka veszendőbe mehet visszaszóródás következtében [15], de ezt a hatást ki lehet küszöbölni, sőt a valószínűsége is lehet kompenzálni azáltal, hogy az izotópréteget a felvevővel ellentétes oldalára visszazóró anyagot helyezünk.

Vastag izotóp-réteget alkalmazása esetén az önbeszóródás erősen csökkenti a sugárzás intenzitását. Számítások alapján megállapítható, hogy kb.  $1 \text{ curie/cm}^2$  az a maximális izotóp-mennyiség, amely  $16 \text{ curie/g}$  fajlagos aktivitású  $\text{Y}^{90}$  sugárforrásnak sík felületen való alkalmazása esetén még felhasználható anélkül, hogy számottevő önbeszóródással kellene számolnunk.

A  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforrásban kívül természetesen még sok egyéb izotópot is fel lehet használni a felvevő radioaktív áramforrásokban. Rövi-

debb felezési idejű izotóp alkalmazása révén megnövelhető a telep által szolgáltatott áramerőssége, de csökken a telep élettartama.  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforrással az amerikai RCA laboratóriumában [16] már 1954-ben előállítottak olyan radioaktív áramforrást, amely  $0,2 \text{ V}$  feszültség mellett  $5 \text{ mA}$  áramot szolgáltatott és  $1\%$ -nál nagyobb hatásokkal működött.

Rappaport [9] számításai szerint germánium felvevőre és  $50 \text{ millieurie Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  izotóp alkalmazása esetén  $1$  béta-részecske  $1,9 \times 10^5$  lassú elektront szabadít fel a felvevőben, szilíciumban pedig az elektronok sokszorozódása  $1,5 \times 10^5$  nagyságrendű. A hatásokot a képződött elektron-lyuk párok rekombinációja, visszazóródás, sugárzási károsodás és szivárgási áramok csökkentik. Nagyobb teljesítmény elérése céljából több ilyen elemet lehet párhuzamosan kötni, több elem soros kapcsolása által pedig a telep feszültsége növelhető meg.

Újabbban radioaktív tríciumot is felhasználhatnak ezekben az áramforrásokban [17]. A trícium alkalmazása azért előnyös, mert sugárzása annyira gyenge, hogy már az újságpapír is teljesen elnyeli, és így ez az anyag gyakorlatilag teljesen veszélytelenül használható fel. A  $63$ -as atomszámú nikkel-izotóp felezési ideje hosszú, sugárzása pedig gyenge, ezért szintén előnyösen alkalmazható radioaktív áramforrásokban [18].

#### Irodalom

- [1] H. G. J. Moseley, Proc. Roy. Soc. (London), A88, 471 (1919).
- [2] E. G. Linder és S. M. Christian, J. Appl. Phys., 22, 1215 (1952).
- [3] J. D. Kramer, The Electrician, 32, 497 (1924).
- [4] P. E. Chmura, J. Appl. Phys., 22, 1504 (1951).
- [5] E. G. Linder és P. Rappaport, J. Appl. Phys., 24, 1110 (1953).
- [6] J. H. Coleman, Nucleonics, 11, 42 (1953).
- [7] Palágyi T., Hír. Műsz. Közlemények, 10, 48 (1956).
- [8] Sci. News Lett., 62, 244 (1954).
- [9] P. Rappaport, Phys. Rev., 93, 246 (1954).
- [10] W. G. Pfann és W. van Rosbroeck, J. Appl. Phys., 25, 1432 (1954).
- [11] W. Shockley, Bell System Tech. J., 28, 435 (1949).
- [12] E. Klotz és K. Lank-Horowitz, Phys. Rev., 82, 1051 (1951).
- [13] C. S. Fuller és J. A. Ditzendberger, Phys. Rev., 91, 193 (1953).
- [14] G. K. Tosi, M. Sparks és E. Baehler, Proc. IRE, 40, 906 (1952).
- [15] H. M. Seliger, Phys. Rev., 85, 408 (1952).
- [16] RCA Atomic Battery, Department of Information of RCA (1954).
- [17] V. Kovlov, Voennoy Szvjestizy, 13-3, 45 (1955).
- [18] Sci. News Lett., 64, 150 (1955).

\* Az  $\text{Y}^{90}$  elemi aktivitása  $500 \text{ curie/g}$ , gyakorlati alkalmazásnál pedig  $16 \text{ curie/g}$ .

E feladatok megoldását szolgálja a Szovjetunió népgazdasága fejlesztésének hatodik ötéves terve.

---

## A BARÁTI HADSEREGEK sajtóajándék

D. ZAJCEV  
EZDS., A MŰSZ. TUD. KANDIDÁTUSA

### A víz sugármentesítése

Atomtámadás után a különféle forrásokból származó víz kisebb vagy nagyobb mértékben szennyezhető sugárzó anyagokkal. Ez az egyik lehetősége annak, ahogyan a csapatok személyi állományát a sugárzó anyagok (radioizotópok) hatása éri.

A sugárzó izotópok korpuszkuláris és elektromágnes sugárakat bocsátanak ki. Ezért, ha a szervezet a sugárterhelést vízzel érintkezésbe kerül, a radioizotópok az élő sejtek molekuláit ionizálják és a szervezetet lymódon károsítják. A sugárzó anyagok különösen akkor veszélyesek, ha bekerülnek a szervezet belsejébe. Az anyagok egy része bizonyos idő múlva természetes kiválasztódás útján távozik a szervezetből, a másik része azonban a különböző szervezetekben lerakódva folytatja azok károsítását.

A sugárzó izotópok szelektív képességgel fogva, az emberi test meghatározott szerveiben rakódnak le. Az I. táblázat a víz sugárterhelése szempontjából számításba vehető néhány izotóp adatait tünteti fel. A táblázatban szereplő adatokon kívül azonban még egyéb körülményeket is figyelembe kell venni. Így pl.: a szervezet kalciumszükségletétől függ, hogy mennyi sugárzó kalciumizotóp szívódik fel, illetve vlik ki. A gyomor-bél traktusban felszívódó víz mennyisége függ a vér és a máj vastartalmától. Azok után, hogy a sugárzó vasizotóp már bekerült az anyagcserébe, csak jelentéktelen mértékben fog a szervezetből kiválasztódni.

I. táblázat.	
A sugárzó izotóp megnevezése	Felhalmozási idő
Plutónium ( $Pu^{239}$ )	$2,4 \times 10^4$ év
Szén ( $C^{14}$ )	5730 év
Trícium ( $H^3$ )	12,41 év
Kobalt ( $Co^{60}$ )	5,27 év
Kalcium ( $Ca^{45}$ )	163 nap
Kén ( $S^{35}$ )	87,1 nap
Strontium ( $Sr^{90}$ )	54,3 nap
Vas ( $Fe^{59}$ )	45,1 nap
Foszfor ( $P^{32}$ )	14,3 nap
Nátrium ( $Na^{24}$ )	14,9 óra
Jód ( $I^{131}$ )	8,02 óra
Kálium ( $K^{40}$ )	12,4 óra
Kén ( $S^{35}$ )	87,1 nap
Nitrogén ( $N^{15}$ )	10,3 perc

Különösen veszélyes, ha a kisebb vagy nagyobb mértékben sugárterhelést vizet huzamosabb ideig fogyasztjuk, mivel a radioaktív anyagok a szervezetben fokozatosan felhalmozódnak (akkumulálódnak) és így káros hatásuk is erősödik. Ezért az ivóvíz túrt sugárterheltségének normáit egyszeri és többszöri fogyasztás esetére állapították meg.

A víz sugárterheltségi fokát általában bomlás/m/perc egységben, vagy pedig mikrocurie/m/perc egységben szokás kifejezni. A fertőzőség foka ezenkívül kifejezhető az 1 liter vízben lévő izotópok koncentrációjával is: mg izotóp/l víz. Az izotóp aktivitásának ismeretében megállapíthatjuk az izotópok az ivó vízben megengedett koncentrációját; az esetben pedig, ha ismerjük a vízben lévő sok összetételét, hozzávetőlegesen meghatározhatjuk az indukált radioaktivitás fokát a vízben esetleg előálló sugárterheltség fokát.

A sugárzó izotópok ivóvízben túrt maximális koncentrációját — amerikai adatok szerint — mg/l-ben a II. táblázat tartalmazza.

Az atombomba robbanási körzetébe eső vízforrások víze mechanikus módon különbözőképpen fertőzhető. Így sugárzó robbanási termékektől, a bombának a maghasadási folyamaton át nem esett (nem reagált) sugárzó anyagaitól (235-ös uránium, plutónium), a vízforrások partjairól a robbanás által leszállított és sugárterheltséget vált földtől, valamint a radio-

II. táblázat.	
A sugárzó izotóp megnevezése	Megengedett maximális koncentráció mg/l
Szén ( $C^{14}$ )	$6,5 \times 10^{-4}$
Kobalt ( $Co^{60}$ )	$2 \times 10^{-3}$
Kalcium ( $Ca^{45}$ )	$3 \times 10^{-3}$
Kén ( $S^{35}$ )	$1 \times 10^{-2}$
Strontium ( $Sr^{90}$ )	$3 \times 10^{-3}$
Vas ( $Fe^{59}$ )	$2 \times 10^{-3}$
Foszfor ( $P^{32}$ )	$7 \times 10^{-3}$
Nátrium ( $Na^{24}$ )	$9 \times 10^{-3}$

### Zajcey: A víz sugármentesítése

79

#### III. táblázat.

A robbanás után eltelt idő óra	A viztől körüli sugárterheltség m <sup>2</sup>	A sugárterheltségi terület nagysága a kezdetben mért területhez viszonyítva %	A sugárterheltségi terület nagysága a kezdetben mért területhez viszonyítva %	Az átlag nagysága a kezdetben mért nagysághoz viszonyítva %	Sugárterheltség (Sugárterheltség mértékegysége) röntgen/óra	Hányadrészt csökkent a sugárterheltség
4	41	—	7	110	75	—
36	47	11	7,7	110	10	7,5
62	124	300	12,7	180	5	15
86	136	340	14,3	200	1	75
100	180	440	15,3	270	0,6	125
100	270	660	18,8	270	0,2	375
200	413	1000	23	330	0,01	7500

aktív csódl. Az ezekből származó sugárterhelést okozó anyagok a vízben kisebb vagy nagyobb részecskékből álló szuszpenziók alakjában maradhatnak, illetve részben feloldódnak.

A víz sugárterheltségének másik lehetősége a robbanások fellépő ún. indukált radioaktivitással szemben. Ez alatt azt értjük, hogy a vízben szuszpendált vagy oldott anyagokban, főként a sókban az atombomba robbanását kísérő neutronfluxus hatására sugárzó atomok jönnek létre. Ily módon a vízforrás sugárterheltsége különböző jellegű lehet. A nyitott vízforrások esetében leggyakrabban a víz mechanikus módokon történő fertőzése és az indukált radioaktivitás fordulhat elő. A fertőzést okozó egyes tényezők egymáshoz viszonyított aránya, valamint a víz sugárterheltségének foka a robbanás körülményeitől, úgyzintén a víz minőségétől függ és többnyire különböző.

A víz legnagyobb mértékben vizuálisan atombomba esetén fertőződik, ilyenkor elnyeli a víz valamennyi, vagy majdnem valamennyi robbanási termékét, a bomba atomműködésén nem reagáló sugárzó anyagtól, nemkülönben befogja a neutronfluxust. Minél nagyobb a víz sűrűsége, annál erősebb a sugárterheltség. Legnagyobb robbanás esetén a föld felületén lévő vízforrások kisebb mértékben fertőződnek és zónos körülmények között a sugárterheltség foka attól függ, hogy a vízforrás a robbanás helyétől milyen távolságban van. A radioaktív felhőből származó por és eső feltehetően fertőzi a vizet, a sugárterheltség foka azonban elenyésző lehet.

A vízforrások sugárterheltségi foka idővel csökken; más szóval a víz ún. természetes sugármentesítése megy végbe. A sugárzó anyagok koncentrációjának csökkenése különböző okokból magyarázható. Így a sugárzó anyagok természetes bomlásával (főleg ilyen anyag bomlási ideje egészen elhanyagolható), a fémekre való leülepedéssel, a víz minőségével és a mikroorganizmusok által történő elszívással, a sugárterheltségi víznek általa (fertőzésmentes) vízzel való összekeveredésevel, azaz felhalmozásával.

A Bikini korallszigetnél végzett atombomba kísérlet alapján kimutatható volt pl. hogy sótartalmú vizek esetében sugármentesítő sugárterheltség, az epitermion aránylag kis körülményben tapasztalható, csupán és ez is csak rövid ideig tart. Ezután a sugárterheltség szétterjed a vizükor nagy területre, maximális aktivitás azonban hirtelen csak fűled a II. táblázat.

A táblázat adataiból látható, hogy a maximális fertőzést idővel hirtelen csökken, tekintet nélkül arra,

hogy a tenger víze nagyszámú hasonló felületi ideji elemet tartalmaz. Középfokú, hogy a viztől való víznek nagyobb része a maximális szintűi kényesen kevesebb fertőzött. Az eddigi sugárterheltségi abszolút értékek alacsonyabbak lesz, és az ún. természetes sugármentesítés valószínűleg intenzívebb, mint az említett példában. Egyes külföldi szakértők fellelnek, hogy éves vízben végzett vizuálisan atombomba alkalommal a víz radioaktivitása az első 24 óra alatt az eredeti érték egy ezered, sőt egy húszezszere részére is csökkenhet.

A vízi növények, mikroorganizmusok és a halak nagymennyiségű oldott vegyianyagot nyelnek el és halmoznak fel magukban. E vegyianyagok között sugárzó anyagok is vannak. Az elnyelt anyagmennyiségre jellemző, hogy pl. a plankton olyan mennyiségű foszfor halmoz fel magában, amely meghaladja a víz foszfor-koncentrációjának háromezeresét, a halak felhalmozta foszfor koncentrációja több, mint száz-ezeresére, egyes vízi növények esetében pedig mintegy ötvenezeresére. Ez a jelenség a víz sugármentesítése szempontjából felhasználható. Így pl.: az olyan víz, amely plutóniummal (sugárzó elem) fertőzött, által-matlanul töltött képpen, hogy benne különböző bakteriumokat tenyészünk. Ez egyáltalán nem jelenti azt, mintha a vízforrásban lévő sugárzó elemek egész mennyiségét csökkenték a vízi növények, mikroorganizmusok és a halak tevékenysége. Azonban — mint említettük — a radioaktív elemek, emelkben az élő szervezetekben koncentrációdnak és ilyen módon a sugárzó anyagok koncentrációja a vízben lecsökkenhet.

Legtöbb atombomba esetén, még akkor is, ha az közelített a vízforrás felületéig, mégis a víz eddigi legnagyobb fertőzöttségét követik, hogy a víz fogyasztásáról különleges vizsgálat alapján kell minden egyes esetben meggyőződni.

A víznek az atombomba során fellépő sugárterheltségeséről elmondott rövid tudnivalókat alapul szolgáltatnának annak feltételezésére, hogy a víz sugármentesítéséhez alkalmazhatóak mind-azok az eljárások, amelyek a gyakorlatban a vízminőség megjavítására rendszerint használnak.

Ilyen eljárások az ülepítés, a szűrés, a sómentesítés. Ezek hatékonysága számos feltételtől függ, így pl.: a víz minőségétől, a sugárterheltséget okozó anyagok (mechanikus, kolloid, oldott) jellegétől és állapotától, a víz sugárterheltségesének fokától, a reagensok fajtajától és minőségétől stb. Lehetőségek ezekből még más eljárások is, amelyek a vizellátás gyakorlatában általában nem fordulnak elő, így pl.



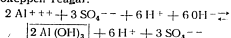
agyagot, fémporokat, különleges koaguláló szereket stb. viszünk a vízbe. Ezek megválasztása a vízben lévő sugárzó anyagok fajtájától és állapotától függ.

A mechanikus módon végbement sugárfertőzés anyagai aránylag durva, továbbá kolloid szuszpenziók alakjában lehetnek a vízben.

A durva szuszpenziók a nehézségi erő hatására előbb vagy utóbb az üledék közé kerülnek, a kolloid szuszpenziók ezzel szemben töltéses által kölcsönösen taszítva egymást, nem képesek az üledékben kiválni. A kolloid felfűző anyagok leválasztására a vízbe ún. konguláló szereket viszunk. Ezek olyan kolloid oldatokat tartalmaznak, amelyek töltései a vízben lévő kolloid anyagok töltésével ellentétesek lesznek. Ennek eredményeként a konguláló anyagot megvegye, más szóval megszűnik a kolloid állapot és megváltozik a szuszpenziók diszperzifoka.

Az eközben létrejött nagyobb részecskékből álló szuszpenziók a nehézségi erő hatására pelyhelyalakban leülepednek. Az ülepedés során ezek az üledékek mechanikusan magukkal rántják, továbbá felületükön adszorbeálják a jóval nagyobb, nem kolloid szuszpendált részecskéket is.

ket is. Koaguláló szerként az alumínium vagy a vas sóit (pl. alumíniumsulfátot, vaskloridot) alkalmazunk. Ha a vízbe alumíniumsulfát kerül, akkor ez a víz disszociált molekuláival a következőképpen reagál:

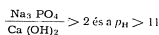


A létrejött pozitív töltésű kolloid vegyület  $Al(OH)_3^+$  koagulációs folyamatot idéz elő. Ezáltal kicsapódnak a vízben lévő, negatív töltésű, egyszerűsített radioaktív kolloid anyagok, tehát csökken a vízben foglalt radioaktív anyagok koncentrációja és az egész víz radioaktivitása kisebb lesz. Ávegőből, hogy a sugármentesített víz felhasználható legyen, azt állni hagyjuk, majd óvatosan leöntjük (dekantáljuk) a radioaktív csapadékra!

viszonylag egyszerűen megvalósítható, mert a kóros folyamatok hatékony ellátásával a lymfóma aktív kezelésének helyett, az azok negatív tünetét, viszonylag durva vagy kolloid szuszpenziókat. Ilyen a természetes kolloid szuszpenzió (többsége pozitív töltésű) radioaktív kolloid készítmények alkalmazása, amelyek a szökősejt koagulációs módszerrel koagulálódnak. Így hajlítjuk végre, hogy a koagulálószer adagolásával egyidejűleg a vizet lymfóstit, pl.: szódát,  $\text{NaCO}_3$ -t adunk hozzá. Ilymódon a víz szuszpenziókat képez, amelyek a kóros folyamat lymfósságra lehet beállítani. A kedvező lymfósság (fogja) a vízben lévő sugározó izotopok fajtájától (függen) más és más. Egyrészt esetekben, pl.: amikur a víz radioaktív stronciummal fertőzött, a kedvező lymfósság fogja 10-es  $pH$  értéket is elérheti.

A konkulációs folyamatot elősegíthetjük úgy is, ha a vizbe anyagot teszünk, különösen, ha az víz pH-ját alakja. Az anyag negatív töltésű kolloidokat képezve kölcsönhatásba lép a kolloidokkal által létrehozott kolloidokkal és növeli a kolloidok stabilitását. A kolloidok tömegét, illetve a kolloidok mennyiségét a vízben a következő módon az anyag elősegíti a szuszpenzió részecskéinek részecskéinek hatékonyabb mechanikus kicsapódását. Néhány anyagfajtának a tönszerelőképessége is van. Egyes anyagok szerint az anyagok a vízben az egyes radioaktív cérum 30 százalékat, az yttrium 30 százalékat, az uránium 30 százalékat és a stroncium 30 százalékat képes maximalisan a vízből eltávolítani. Egyes sugárzó izotópok eltávolítását is elősegíti, ha a vízbe az anyagot teszünk. Így az anyag adszorbeáló képessége is van. Így az anyag adszorbeáló képessége is van.

Egyes radioizotópok különleges koagulálószerként segítségével távolíthatók el. Így a sugárzó stroncium ( $\text{Sr}^{90}$ ) eltávolításához  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -et alkalmazhatunk 240 mg/l mennyiségben, egyedijével a vízhez a következő arányban  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -t adagolva:



Ilymódon igen hatékony lehet a stroncium eltávolítása.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a viznek koagulálással és ülepestéssel való sugármentesítése hasonló hatékonyságú, mint a közönséges derítés, azonban egyes sugárzó izotópok esetében azok állapotától függően, a hatékonyság nagyon csekély is lehet. A vízben oldott állapotban lévő radioizotópokat koagulálással nem lehet a vízből kiválasztani, ezért, ha a víz sugárterefoizottsága inaktív radioaktív eredményeként lépett fel, akkor a koagulálással és ülepestéssel végzett sugármentesítés ha-

Hasonló körülmények között a kagylóalgaesetben a víz hőmérséklete, a vízgyűjtő terület, a víz útja, az ülepítés is kiderít. Ehhez a vizsgálatokból is látszik, hogy sok időre van szükség. A gyakorlatban a kagylóalgaeset apró pelyheinek egy része hosszabb ideig marad a vízben, mint a nagyobbaké. Ezért nem kerül a csapadékból és szuszpenzióból álló szennyvízbe a vízvezetékbe, ezért azt, hogy a kagylóalgaeset pelyheiből nagymennyiségű sugárzó anyag koncentráldódik, ezért a vizet a szerveszerte kerülve arra veszeljük, hogy a vízben nem maradnak olyan állapotban lévő sugárzó anyagok, mint a vízvezetékben lévő sugárzó anyagok. A vízből való távolításra a csapadékok egyszerű szűréseken is kell szűrni, más szóval a vizet homokszűrőn vagy finomra törő antiracitál szűrőn kell szűrni, és a szűrőanyagot meg kell változtatni a vízből a sugárzó anyagokat nem választják ki, azonban az ilyen anyagokat tartalmazó kagylóalgaeset pelyheit visszatartva fokozzák a sugárzást.

Különleges eljárással választhatók ki a vízből azok a sugárzó anyagok, amelyeknek eltávolítása egyébként nehézségekbe ütköznék.

Nevezetesen, vannak arról adataink, hogy számos radioizotópot nagyon hatásosan lehet oly módon eltávolítani, hogy a sugártereftőzött vizet bizonyos poralakú fémekkel kezeljük. A legkedvezőbb eredményt vasporral, úgyszintén cinkporral érhetjük el.

A legjobban ha a vízbe 1000 mg/l mennyiségű fémpórt teszünk, majd a vizet mintegy 90 percre keverjük. A laboratóriumi vizsgálatok azt mutatják, hogy az ilyen módon alkalmazott vas- és cinkpor segítségével az egyes izotopok eltávolítási foka különböző értékeket érhet el. Így pl. a ruténiummal 99 százalékos; foszforral 98 százalékos, a kobalttal 99 százalékos, a jódnal 38–45 százalékos, a báriummal 94–65 százalékos, az MFP-1 jelű anyagnál 85–76 százalékos, az MFP-2 jelűnél pedig 52–39 százalékos.

Az utóbbi két anyag bomlási termékek amerikai keveréke. Az MFP-1-es összetétele: 44% 3 vegyértékű ritka földfém, 27% cérium, 17% stroncium, 5% bárium, 3% ruténium, 1% cézium és 3% egyéb izotop; az MFP-2-es összetétele pedig: 50% cézium, 16% ruténium, 10% 3 vegyértékű ritka földfém, 10% stroncium, 5% cérium, 5% bárium és 4% egyéb izotop.

A fémpporral történő sugármentesítési mechanizmus még nincs tisztázva, azonban feltehetően adszorpciós jelenségen nyugszik. Az ilyen sugármentesítési eljárás az alábbi lépésekből áll: a vizsgált fémpporral való előkeze-

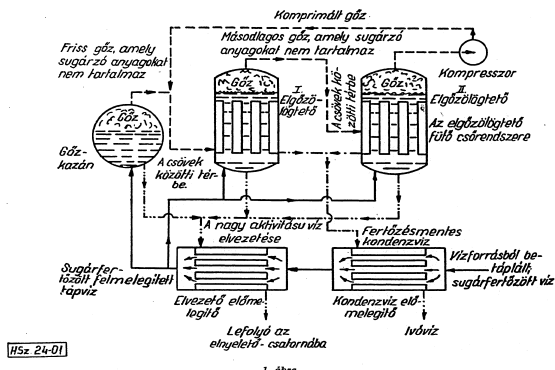
rése, az ülepitéssel egybekötött szokásos koagulálás, majd a szűrés.

Az eddigi felsorolt eljárások nem biztosítják a vízben feloldott vagy a vízben már eredetileg is jelenlévő oldott sókból az indukált radioaktivitás eredményeképpen képződött sugárzó izotópok eltávolítását. Az oldott állapotú sugárzó izotópoknak a vízből való kivonására azok a módszerek jöhetnek számításba, amelyeket a gyakorlatban általában a víz sóalanítására alkalmaznak, más szóval az úgynevezett termikus és a vegyi sóalanítási eljárások.

Az első eljárás lényege abban foglalható össze, hogy a vizet felforraltjuk, elpárologtatjuk, majd lehűtés után a gőzt újból vízzé kondenzáljuk. A sugárzó anyagok: mechanikai aladékok, kolloid és oldott anyagok a desztillációs maradékból időnként vagy állandóan eltávolításra kerülnek.

A lepárlást tengervíz-lepárló készülékek végzik.

A tengervíz-lepárló készülék (1. ábra) gőz-kazánból, egy vagy több csőalakú előgőzöltető termekompresszorból és csőves előmelegítőkből áll. A kazánból a friss gőz az első előgőzöltető csővei közötti térbe kerül, ahol melegeit a csövekben lévő és szuszpendált vala-



mint oldott sugárzó anyagokat tartalmazó viznek adja át, majd sugárzó anyagoktól mentes csapadékká kondenzálódik.

Az elgőzölögtető csőveiben lévő sugárterőztött víz nagyobb része a friss gőztől a melegeit átveve elpárolog, így módon ún. másodlagos gőz képződik, amely már minden sugárterőztetéstől mentes; a radioaktív szennyező anyagok ui. az el nem párolgott vízben maradnak vissza.

Az első elgőzölögtető másodlagos gőze a második elgőzölögtető csővei közötti térbe kerül, ahol ugyanaz a folyamat megy végbe, mint az előbbben. A második elgőzölögtetőben képződött másodlagos gőz a kompresszorba jut, ahol a friss gőznek megfelelő nyomás alá kerül és az azal összekeveredik.

A lecsapódó vizet mindkét elgőzölögtetőből a kondenzvíz előmelegítőbe vezetik, ahol a kazint és az elgőzölögtetőket tápláló víz lehűti, miközben a lehűlt kondenzvíz az előmelegítő vizét felmelegíti. A lehűtött kondenzvíz már nem tartalmaz sót.

Az el nem párolgott, nagy sugárzó anyag koncentrációjú víz a kazánból és az elgőzölögtetőkből az elvezető előmelegítőbe kerül, ahol a tápvizet előmelegíti, majd az elvehető csatornába jut. Ezt az eljárást alkalmazták sikeresen keserűs vizek sótalanítására is. A sugármentesítés hatékonysága akkor mondható nagyfokúnak és gyakorlatilag teljesnek, ha a sugárzó anyagok között nincsenek illó természetűek, pl. jód vagy ruténium, amelyek hevítés közben a gőzzel együtt elillannak és a gőzből képződött víz sugárterőztetést idézik elő. Ennek az eljárásnak lényeges hibája, hogy a mentesítés így nagyon költséges.

A víz sugármentesítésének másik módja, vagyis a vegyi sótalanítás az ioncserében lévő

oldott sugárzó anyagok oly módon való eltávolítása, hogy a vizet különleges ioncserélő anyagokon (gyanús, vagy mányag) szűrjük keresztül.

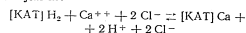
Az ioncserélő anyagok ún. mozgó ionokat tartalmaznak. Ha a vizet a vízzel érintkezésbe kerül, ezek az ionok helyre cserélődnek a vízben oldott anyagok ionjaival, tehát a sugárzó anyagok ionjaival is. Így módon ioncserélő reakció megy végbe, amelyben az ioncserélő anyag molekuláinak többsége nem vesz részt. Az ioncserélő anyagok azon tulajdonságát, hogy a saját ionjaikat a vízben oldott anyagok ionjaival fel tudják cserélni, az anyag cserélőképességének nevezzük. A mozgó ioncserélő anyagokban lévő mozgó ionok helyet cserélhetnek a vízben lévő állandó kationokkal, vagy pedig az állandó anionokkal. Ezerint megkülönböztetünk kationcserélő, valamint anioncserélő anyagokat. Az ioncserélő anyagokat általánosan alkalmazzák a korszerű villamosító és széntartó létesítményekben, vagyis azokban a berendezésekben, amelyek a kationok és az anionoknak a vízből való eltávolítására szolgálnak. A sugárzó ionok eltávolítása a vízből ugyanígy történik, mint a nem sugárzó ionoké.

A korszerű ioncserélők közül a víz sugármentesítésénél leginkább az ún. H-kationcserélők, nemkülönben az OH-anioncserélők alkalmazhatók; az előbbieknél  $H^+$  az utóbbiaknál  $OH^-$  a mozgó ion. Ezek az ioncserélők finomszemcsés, poralakú anyagok. A kationcserélőket ez esetben a  $[KAT]H$  szimbólummal, az anioncserélőket pedig az  $[AN]OH$  szimbólummal jelöljük. Kationcserélőként többek között kőtartrámszén, eszpatit—1, anioncserélőnek pedig MG—36, EDE—10 jelzésű anyagok alkalmazhatók.

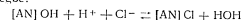
A víz ioncserélőkkel történő sugármentesítésének menete a következő:

A vizet először kationcserélő rétegen szűrjük át, melyen a sugárzó ionok, így pl.  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $Fe^{++}$  stb. az ioncserélő anyag H-ionjával kicserélődnek. A radioaktív kalciumklorid el-

lávoltásának reakcióját pl. a következő egyenlet fejezi ki:



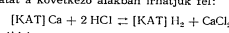
A vízben azonban még anionok maradnak vissza, így az  $SO_4^{--}$ , adott esetben pedig a  $Cl^-$ , amelyek lehetséges, hogy szintén sugárzóak. Ezek eltávolítására a kationcserélőn keresztül történő szűrés után a vizet anioncserélő rétegen szűrjük át. Ismét a kalciumklorid eltávolításának esetét véve, az alábbi reakció megy végbe:



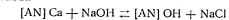
Ennek eredményeként a radioaktív  $Cl^-$  ion az anioncserélőhöz kapcsolódik, a klorionnal helyet cserél  $OH^-$  anion pedig a  $H^+$  kationnal HOH vízmolekulát hoz létre, amely már nem sugárzó. Az ioncserélőkön keresztül történő szűrés után a víz az ásványi anyagoktól teljesen mentesített lesz, más szóval olyan lesz, mint a desztillált víz (2. ábra). A szűrés folyamat során az ioncserélők fokozatosan kimerülnek, cserélőképességük csökken és az ioncsere megszűnik.

A sugárzó ionoknak ioncserélőkkel történő kapcsolódása során az utóbbiak radioaktív tulajdonságokra tesznek szert. Ezért a sugárterőztött ioncserélő anyagokat olyan helyre kell elvinni, ahol nincsenek az emberekre káros hatással, vagy pedig regenerálni kell őket. A kationcserélő anyagok regenerálása, más szóval  $H^+$  ionra való visszacserélése savoldattal történik, az anioncserélők regenerálása, vagyis  $OH^-$  ionra való visszacserélése pedig lúgos oldattal.

Az előbbi példa esetében a regenerálás folyamatát a következő alakban írhatjuk fel:



továbbá

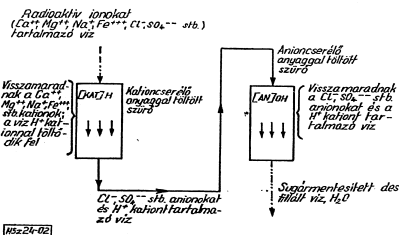


A gyakorlatban a regenerálás folyamata azonban nem mindig teljes, más szóval az ioncserélő anyagokból valamennyi sugárzó ion nem távozik el. Ezért regenerálás után az ioncserélő anyagokat radioaktivitás szempontjából ellenőrizni kell.

Könnyű belátni, hogy mivel a sugárzó ionoknak a vízből történő eltávolításával egyidejűleg az összes többi ionok is eltávoznak, következőképpen minél nagyobb a vízben oldott különféle sók mennyisége, annál kevesebb vizet lehet sugármentesíteni egy súlyegységnyi ioncserélő anyaggal. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy az ioncserélő anyagok ezidőszent még viszonylag drágák.

Az elmondottakból következik, hogy tekintet nélkül a sugárterőztöttség fokára, valamint arra, hogy a víz atomrobbanás vagy sugárzó harcanyagok alkalmazása következtében vált-e sugárterőztöttségűvé, vannak olyan eszközök és eljárások, amelyek lehetővé teszik a víz eredményes sugármentesítését, majd annak különleges ellenőrzését, továbbá az orvosi szervek véleményezése után különféle célokra való felhasználását.

(A Vojenno-Inzenernij Zsurnál 1953. októberi számából.)



2. ábra.



## KÖNYV- és folyóiratszemle

Будников, Левкобич и др.  
Взрывчатые вещества  
и пороха  
(Обorongиз, Москва 1955, 363 old.)

És a szépen kiállított, igen sok ábrát tartalmazó tartalmú munkát a "Robbanyagok és lőporok" címmel a Robbanyagok és lőporok kutatóintézmény a műszaki fiókoknál részére készült tankönyv. Ennek megfelelően igen tömören, de jól érthetően tárgyalja a fűgább értelemben vett katonai pirotechnika minden ágát, beleértve a gyakorlati kérdéseket. A könyv a robbanóanyagok és lőporok fejlődésének rövid összefoglalásával kezdődik. Ez az összefoglalás a magyar szakemberek számára azért is hasznos, mert megismerhetjük benne a robbanóanyagok és lőporok területén nemzetközi eredményeket elért szovjet tudósok munkásságát.

[illegible]

beségcsökkenés nem olyan jelentős, hogy az iszapprészeket lerakódástól okozhatná. Az újítás bevezetése következtében az iszaplerakódás és így az üzemeltetés után az 5%-át sem érte el a régebbinek.

Az újítás bevélt; ezt az is bizonyítja, hogy az átalakított hűtőgé motoroknál egy év üzemeltetés során a hűtőeszközben üzemli hőmérséklet nem következett be olyan nagy alakítottakkal pedig az 1955. év folyamán ismételt fordultak elő repedések.

Újítás díjként Szivák elvtárs 1722,50 Ft-ot kapott.

**Írakszemle**

Külön fejezet foglalkozik az infaláló eszközökkel és gépekkel, valamint a löszerek szerelésével. Az az utóbbi fejezet igen szemléletes ábrák segítségével teszi érthetővé a nagy Honvédd Háború alatti használatos teljesítményű szovjet löszertájtartás gyakorlati eredményeit és tapasztalatait.

Kégy nagy fejezet foglalkozik a  
 korsos vezetési technikáknak kérdése-  
 is. Itt a szerzők olyan ritkábban  
 tárgyal problémák ismertetésére is  
 érnek, mint a technikai elve-  
 nyek, szervezési mechanizmusa, az egész-  
 ség belső egyensúlyi tényezők, érzékeny-  
 sük és stabilitásuk.  
 A könyv második része a léporok-  
 al és léporított anyagok foglalkozik.  
 Ennek a résznek első fejezete tár-  
 valja a fekete lépor és gyártá-  
 s technológiáját, és ennek a gyártá-  
 s

[illegible]

A kolloid lőporokkal kapcsolatban  
nét igen szemléletes ábrák segít-  
gével ismertetik a szerzők az egyes  
műanyagok gyártását. Nem egés-  
zen érthető, hogy a dinamitokról

miért a nitrogliocerin tárgyaló polívéném emlékezzek meg néhány sora-  
ban, így ez az adat a tanulmányaim  
egyik főiskolai hallgatók számára  
csigázott, és megkérdeztem, külön-  
ként tekintettel arra, hogy tárgytan-  
nósnak a könyv vége.

Hányolunk kell azt is, hogy  
törökország csökkentése szövege  
nyilván nem ismereti az általános  
előzetes, és a központi központi  
a nitrogliocerin tárgyaló polívéném  
névű lapokkal kapcsolatban röviden  
ismertetik a szerzők a kémfor-  
mál történő megmunkálás technológi-  
áját, és a kordit-eljárásról is me-  
gintezik a tárgyat.

Az előzetes lapok a tárgyat  
térnek ki. A lapok tanulmányai  
tárgyalva igen leegyszerűsített for-  
mában, de a gyakorlat számára jó  
módon jelen meg az alapszámítás  
száma, és a tárgyat a tárgyat a tárgyat  
nyilván a tárgyat a tárgyat a tárgyat  
száma kapcsolatos kérdések

[illegible]

Sziklay Sándor mk. szds.

**Turicsin: Nem villamos mennyiségek  
villamos mérése**  
(Műszaki Könyvkiadó, Budapest)

(1956, 252. old.)

Az irodalomban bőven találhatunk munkák, melyek villamos mennyiség mérésével foglalkoznak. Több ismertetés is van az irodalomban csak észlelve elszórtan tárgyalvt problémáival; nem villamos mennyiségek mérésén uton történő mérésével foglalkozik.

A könyv kiadása a magyar nyelvű újsági irodalomban nagy hiányt pótol. Ismeretes, hogy a villamos automatika és szabályozás mind az elméleti és gyakorlati problémáinak nélkülözhetik a legkülönbözőbb körületek előforduló villamos, valamint a talán még gyakrabban előforduló, nem villamos mennyiségek

A szerző az anyagot két részre osztja. Az első részben a nem villamos mennyiségeket villamos mennyiségekké változtató mérőátalakítókkal, a második részben pedig aelterjedtebb mérőkörökkel foglalkozik.

## Könyv- és folyóiratszemle

désnek. Jellemző, hogy 1950 óta a világ műanyagtermelése 50%-nőtt meg. A növekedéshez a hazai technika is nagymértékben hozzájárult.

Haditechnikáinknak, konstrukcióinknak főleg azok szakembereink ezért nem érdeklődéssel fordulnak a műanyagok felé és így használatra forgatják a Kovács Lajos szerkesztésű, most megjelent Műanyag Zsebkönyvet, amely kiváló útmutatást nyújt a műanyagok használatához.

A Műanyag Zsebkönyv felépítésén világos. A könyv hangsúlyosan először nem a műanyaggyártó szakemberek részére, hanem a felhasználók és a feldolgozók számára készült, és ezért az elején rövid összefoglalást közöl a műanyagok kémijéről, majd behatóan foglalkozik a műanyagok gyártásával és feldolgozásához használatos segédanyagok kérdésével. A műanyagok szempontjából gerincét az ezt követő három fejezet alkotja, amelyben a műanyagok felhasználása alkalmi, kézi és gépi

[illegible][illegible]

A feldolgozás-technikai fejé-  
hasznos útmutatást ad a szerszá-  
készítő szakemberek számára.  
Ebben a részben igen célravezető  
több helyen található összefoglaló,  
amely a feldolgozott munkadarab  
helyes és helytelen kiképzésével ka-  
csolatos ismereteket táblázatrendszer-  
ben foglalja össze. Csak üdvözölni leh-  
et a kezdeményezést, hogy itt olyan  
módszereket is tárgyal, amelyekkel  
Magyarországon még nem ismernek.  
Igy a p. főlátóvást és a vákuum

formázást. Ez utóbbi éppen napjainkban terjed el hazánkban.

A műanyagok a természet kedvére foglalkoztató fejezet, különösen annak a tételezett és részletes vizsgálatakor vonatkozó része szinte ismeretlen, ezért a műanyagok műanyag-iparunk szempontjából.

Végül ki kell emlíelnünk a műanyagok kereskedelménél elnevezéseinek részletes összefoglalását. Ez természetesen nemcsak a műanyagok, hanem a műanyagokból készült tárgyak elnevezésére is vonatkozik. A műanyagok elnevezése a műanyagiparban és a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt.

Mindent egybevetve megállapítható, hogy a Műanyag Zsebkönyvünk a műanyagok elnevezéséről és a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt.

Technikusaink tudását a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt, és a műanyagiparban is elterjedt.

minél szélesebb körű felhasználásra terén.

A. Schweizer: Csapatok személy  
gázmentesítése

[Protar, 22, 46—50. (1956.)]

A szerző miredelneként röviden ismerteti a korszerű vegyi harcanyagokat. Megállapítja, hogy a csapatok először is a maradandó (tapadó) vegyi harcanyagokkal szemben kell megvédeni, amelyek a földbe és érintkezés esetén egyaránt hatnak. Az I. világháborúban és az orosz-besszén háborúban alkalmazott mustárgázon kívül figyelembe kell venni a „Trilon”-típusú idegmérgek (fluoroszulfátok) bevezetésének lehetőségét. A II. világháborúban harcanyagok főként a levegőben szóródnak, és nagyobb mennyiségben pedig halált okozhatnak.

[illegible]

c) védőkenőcs, amely a bőrre kenve megvédi a gőzhátas és részben

Műanyag Zsebkönyv  
(Műszaki Könyvkiadó, Budapest,  
1956., 646 old.)

A műanyagok világszerte egyre nagyobb mértékben hódítanak, és természetük különösen az utolsó világháború során indult igen nagy fejlődésnek.

cseppek ellen, ezek kivül a testfelület és fegyveranyag gáztelítettségére is szorult;

d) külön védőkéscs a szem védelmére és gáztelítettségére;

e) óraműködés jelzőkészek fesszék, arópinátlátszó az időmérőgép ellen;

f) anyagtárolástól töltött ampulla, ez hidrogén-oxid mérőgép esetén a gázadare szerkezetbe veszik és beállítják;

g) impregnálóanyag, amely a lábbelit a folyékony vegyírtare anyagokkal szemben át nem eresztővé teszi.

A szükséges képet ezen kívül alkalmasnak különféle védőruhákat és kesztyűket (fevegűt át nem eresztő anyagból), impregnált egyenruhát és fehérművet, elsősegélytáskákat, gáskimutatókészleteket és különféle mentesítő anyagokat. Az amerikai hadseregben a személy gáztelítettségét előszörban magának a harcoknak kell elvégeznie; ezt személyi felszerelés segítségével hajtja végre. Kollektív gáztelítettség csak az adott harcmezőnképpen kezdése után végeznek a megfelelő magasabb egységek mentesítő állomásein.

A szerző a svéd hadsereg szempontjából előszörban a ruházati cikkek impregnálását vagy megfelelő védőruha kidolgozását állítja, fontosnak tartja ezek kivül megfelelő védőkész és idegmérgek elleni védelem kidolgozását is.

Hořmann István mk. fődgy.

#### A repüléstudomány

[VDI-2. 98. 479-510. (1956.)]

A „VDI-Zeitschrift“ ez idei évfolyam minden számában összefoglaló beszámolót közöl egyes szaktudományok legutóbbi éveken elért fejlődéséről és a tudomány jelenlegi állásáról. Az alábbiakban ismertetendő összefoglalás a repüléstudományról ad közel két nyomatot mint új fejlődési átlakint.

Az első fejezet az aerodinamikával foglalkozik. Mindenekelőtt a tudományág alapvető kutatási problémáit szemlél, különösen kiemelve a lamináris és turbulens felületi áramlásokat és ezek különleges esetét, tárgyalja ezek kivül a hangsebesség körüli és a hangsebesség feletti repülés aerodinamikai problémáit is. Erősebb áramlatok körüli, korszerű szélcsatornákról, azok teljesítményéről és költségeiről. Az első fejezet a szélcsatornák különféle típusainak felsorolásával fejeződik be.

A második fejezet a klasszikus, merev szárnyú repülőgépek csoportját tárgyalja, itt táblázatok formájában igen érdekes összehasonlításokat láthatunk a legjellemzőbb adatokról. Az összefoglaló csoportban a különféle szerkezetű alapelemek vizsgálatát ismerteti. Ennek során főleg az ellenállás, valamint a repülőgépek stabilitási és kormányozhatóság kérdései állnak előtérben, majd beszél a mestereségek határterület-felhasználás jelenlegi állásáról. Ez a fejezet végül a lassan repülő, meredek startú és meredeken leálló repülőgépekkel foglalkozik. Itt is számos táblázatot találunk.

A harmadik fejezet a helikopterekről szól; rövid bevezetés után az anyagot az alábbi szempontok szerint tárgyalja: kutatás, a helikopterek típusai, hajlítás és nyomtaték, kiegészítések, hajtóművek, a helikopterek nagysága, teljesítmény, repülési tulajdonságok, helikopter-repülőterek, gazdaságosság.

A negyedik fejezet új repülőgépfarmok tárgyal. Az alcím itt már utal arra, hogy ehezűt a repülőterekről figyelem, egyre merészebb repülőgépekről van szó. A kérdés széleskörű témáját sikerült a fejezetben jól összefoglalni és egyértelműen szemléltetni. A következő gondolatfolyamlatok találunk: a sugárhajtás a korszerű repülőtechnika békája, a régi járművek jószág, átváltó repülőgépek (ide sorolja a merev szárnyú repülőgépeket és a helikopterből átváltó elemek felszerelésével kialakított géptípust, a vertipánt, valamint a különleges terheléssel alkalmazható, stabilizálás és kormányzás a vertipánt repülőben, sűrített levegővel, valamint a fő hajtóagárra ható sűrített levegővel és anélkül. Tárgyalja a fokról felszálló különféle megoldásokat, különös figyelemmel a gyorsító szárnyú repülőgépekre, a nagy felületű, hangályaikkal, optimális határfelület. A fejezet utolsó szakasza az észlelése még inkább tervezetekben szereplő repülőgépekkel szemlél, a repülő diázósszal (dn. repülő csészén) foglalkozik.

Az ötödik fejezet igen rövidre fogva a pilótáskészlet repülő testekről tárgyalja. A következő, hatodik fejezet a kis léghajzókról szól, az alábbi tárgyalási sorrendben: balionet, formálódás, biztosítás, léghajzó, a második világháborúban, 1955-ben még használt katonai típusok új léghajzó hosszabb utakra.

A hetedik fejezet a hajtóművek fejlődését ismerteti. Összehasonlító diagrammok segítségével ad képet a dugattyús motorok és a sugárhajtóművek területén elért legújabb eredményekről. Ugyanitt foglalkozik a korszerű, kipróbáltára szolgáló berendezésekről is. A nyolcadik fe-

jezet a repülő üzemanyagok és kenőanyagok tárgyalja.

A következő három fejezet a repülőtechnikában alkalmazott szerkezetanyagokkal foglalkozik. Ezeket három csoportban tárgyalja: alumínium-ötvözetek, nehézszerkezetanyagok, műanyagok. Az alumínium-ötvözetek közül táblázatosan ismerteti a legújabb eredményeket, főleg típus és felhasználási terület szempontjából. A nehézszerkezetanyagok tárgyalása a hajtóművek konstrukciójára szempont- táblázatokban foglalja össze. Itt emlékeztet meg a különféle ragasztási eljárásokról is.

Az utolsó három fejezet a navigáció és a távirányítás kérdéseit öleli fel; ezekben a következő kérdésekről kapunk ismertetést: tájékozódási navigációs rendszerek, asztro-navigációs módszerek, irányítók, szatellitnavigáció, légi országutak, rádió-szemlel a repülőterek környezeteiben fellépő problémáknak, majd azt vizsgálja, milyen segédberendezésekkel lehet a pilótát a repülőgéphez fizikai munkájáról és annak sematikus rajzáról tájékoztatni. Az utolsó szakasz a távirányításról foglalkozik és az anyagot röviden tárgyalja. Csak a legújabb eredményeket említi meg, számos ábrát, képet, rajzot, táblázatot, valamint a hajtóművek előtti pályákat, végül irányítás a csobak.

Kíváncsi lett volna az összefoglalóban néhány olyan problémát is tárgyalni, amely manapág nem vizsgálható el a repülés tudományától: ilyenek az asztrometria, a navigáció a repülés biztonságát szolgáló és hasonló műszaki létesítmények (pályák, csatlakozások, vizsgálatokhoz, eltervezők, újfajta pilótáskészletek stb.).

Jóllehet az egyes fejezetek különféle szerzők írják, a beszámoló mégis egyetlen tanulmányként fogható fel. A cikk mindenütt csak a legújabb tartalmakat tartalmaz, ezekben sehol sem merül el részletek. Követlenül a szöveg mellett található bővebb tudományi felsorolás tájékoztatja az olvasót, így pl. az aerodinamika fejezetét a repülőgépek különféle utatjai felsorolása egészíti ki. Egyes érdekesebb megoldásokat rajzok, fényképfelvételek szemléltetik.

Az összefoglalás előszörban nem szakemberek részére készült, hanem a szélesebb műszaki nyilvánosság tájékoztatására. A szakemberek számára is érdekes, azonban a közhatalomra is hasznos tudást tartalmazó kiadvány.

Horváth Kálmán mk. alez.

#### СОДЕРЖАНИЕ

Ген.-инж. И. БАТА. Министр Оборон ВНР. — По случаю основания журнала "Хадитехникал Семе"	1
К ним читателям —	2
Инж.-кап. О. ПЕТРИК, старший преподаватель Гидролитического Политехнического Института — Всплеск времени удачи у оружейных конструкций (1)	3
Инж.-кап. И. КАЛМАР, старший преподаватель Гидролитического Политехнического Института — Пульсирующие реактивные двигатели	7
Инж.-кап. З. КОВАЧ — Теоретическое исследование движения на разрыве	19
Инж.-кап. А. БОКОР — Развитие военных пилотных мостов и перспектива их развития	26
Инж.-ст. лейт. Л. ЗАМОРИ — Декларация и их применение	30
Инж.-кап. И. НЕМЕР — Связь с полем горизонтальных линий и вертикальных антенн	38
Инж.-полк. Л. ЛАПКО — Развитие малых центральных «фонных» ступеней	41
Инж.-кап. А. УНГАР — Техническое оборудование воздушных парашютистов	51
Инж.-кап. О. АНТАЛ — Инфракрасное излучение и его боевое применение	58
Т. ПАЛЛАД, инженер-техник — Интенсивное превращение радиационного излучения в электрический ток с помощью структурированных	68
НОВЫЕ УСПЕХИ	
К. КНИН, инженер — Телевизионная переносная трубка с фото-электронным, изготовленная в Венгрии	74
ТЕХНИКА И ЭКОНОМИКА	
Медор Р. ДЕНЛЕ — Развитие техники в шестом пятилетнем плане СССР	75
ИЗ ПЕЧАТИ ДРУЖЕСТВЕННЫХ АРМИИ	
Инж.-кап. Л. ЗАПЕВ, канд. тех. наук — О технологии дезактивации воды	78
ИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЖИЗНИ ВЕНГЕРСКОЙ НАРОДНОЙ АРМИИ	
Инж.-кап. А. ПАС — Выставка пластических изделий	84
НОВАТОРСКИЙ ТРУД	
Передельная охлаждающей системы двигателя типа Шкода	85
БИБЛИОГРАФИЯ	

A második fejezet a klasszikus, merev szárnyú repülőgépek csoportját tárgyalja. Itt táblázatok formá-

Az ötödik fejezet igen rövidre fogva a pilótaképzésről repülő testekről tárgyalja. A következő hatodik fejezet az új léghajókról szól, és bal-  
lonszerű, kérges, fémtestű, vízszintes,  
döntést, formadőlővel, bízis  
léghajók a második világháborúban,  
1956-ban még használt katona típusok, új léghajók hosszabb utakra.

A hetedik fejezet a hajtóművek fejlődését ismerteti. Összehasonlítógépeknél a hajtóművek segítségével ad képet a dugattyús motorok és a sugárhajtóművek területén elért legújabb eredményekről. Folytatjuk a hajtóművek kipróbálási berendezéseivel. A nyolcadik fejezet

[illegible]

Ген.-полк. И. БАТА, *инженер обороны ВНР*. — По случаю основания журнала "Хадзидекани Семле".

К. НАЦИА, четагачи — — — — —

И. КАДМАР, *инженер-механик ВНР*. — Будущее авиационного Политехнического Института — Вычисление времени удара у оружейных систем.

Иж.-кан. И. КАДМАР, *старший преподаватель Будапештского Политехнического Института* — Пути решения реактивных двигателей.

Иж.-кан. З. КОВАЧ — Техническое исследование движения пелюстов.

Иж.-кан. А. БОКОР — Развитие военных плавильных мостов и спектра их развития.

Иж.-кан. З. ЗАВРА — Развитие и их применение.

Иж.-кан. М. ИМЕТ — Связь с помощью горизонтальных депозитов в вертикальных анкетах.

Иж.-кан. Д. ДАККО — Развитие малых центральных телефонных станций.

Иж.-кан. А. УНГАР — Техническое оборудование воздушных разведывательных аппаратов.

Иж.-кан. О. АНТАЛ — Инфракрасное излучение и его боевое применение.

Т. ПАЛАДИ, *инженер-электрик* — Непосредственное превращение радиоактивного излучения в электрический ток с помощью пьезоэлектрических элементов.

К. КЯНЧЕ, инженер — Телевизионная передающая трубка с фото-  
сопротивлением, изготовленная в Венгрии — — — — — 7

Майор Р. ДЕНДЕ — Развитие техники в шестом пятилетнем плане СССР — — — — —

ИЗ ПЕЧАТИ ДРУЖЕСТВЕННЫХ АРМИЙ

[illegible]

ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ ВЕНГЕРСКОЙ НАРОДНОЙ АРМИИ

## Инж.-кап. А. ПАС — Выставка пластмассовых изделий — — — 8

Переделка охлаждающей системы двигателей типа Школа — — —

## *Új műszaki könyvek*

- BARABÁS—GRÖH:** A fényképezés kézikönyve (2. átdolgozott kiadás)  
Kb. 420 oldal. Ára kötve kb. 56.— Ft
- BELICZAY—GALÁNTAI—WINDHOLZ:** A vegyi irodalom útmutatója  
Kb. 180 oldal. Ára fűzve kb. 21.— Ft
- FLÓRIÁN:** Hullámtérjedés  
Kb. 102 o'dal. Ára fűzve 1.b. 11.— Ft
- HECKENAST:** Hangszalagtechnika  
Kb. 80 oldal. Ára fűzve kb. 6.50 Ft
- JORDÁN:** Fejezetek a klasszikus valószínűségsszámításból  
Kb. 650 oldal. Ára kötve kb. 120.— Ft
- KAZARNOVSKIJ:** Rádiótechnikai anyagok és alkatrészek vizsgálata  
Kb. 450 oldal. Ára kötve kb. 47.— Ft
- KISS:** Mikrofonok  
Kb. 80 oldal. Ára fűzve kb. 6.50 Ft
- MAGYARI:** Az elektronika alapjai (2. kiadás)  
Kb. 160 oldal. Ára kötve kb. 27.50 Ft
- MAGYARI:** Híradástechnikai mérések rezgővizsgálóval  
Kb. 200 oldal. Ára kötve kb. 53.— Ft
- PALOTÁS:** Mérnöki kézikönyv I. (2. kiadás)  
1126 oldal. Ára kötve 180.— Ft
- OMK:** Híradástechnikai könyvek bibliográfiája és ismertetése  
Kb. 360 oldal. Ára fűzve kb. 35.— Ft
- SZACHNOVSKIJ:** Vasbetonszerkezetek  
Kb. 800 oldal. Ára kötve kb. 135.— Ft
- SZOTSKOV:** Automatika és telemechanika készülékeinek alkotó elemei  
Kb. 480. oldal. Ára kötve kb. 90.— Ft
- ZEMANEK:** Információelmélet I.  
Kb. 120 oldal. Ára kötve kb. 14.— Ft

A fenti könyvek 1956. III. negyedévében jelennek meg.

Beismerhetők az

**ALLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT ZRINYI KÖNYVESBOLTJÁBAN**  
Budapest, VI., Széltér út 2.

\* Honorárisági könyvtárak a bevezetett „Megrendelő jegyzék” felhasználásával  
a könyveket a Kotonai Kiadó útján szerezhetik be.